

# **Trabalho de Conclusão de Curso**

## **CORRELAÇÃO ENTRE QUALIDADE ÓSSEA CLÍNICA E DENSIDADE ÓSSEA TOMOGRÁFICA EM MANDÍBULAS EDÊNTULAS**

**TARLA THAYNARA OLIVEIRA DOS SANTOS**



**Universidade Federal de Santa Catarina  
Curso de Graduação em Odontologia**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA**

Tarla Thaynara Oliveira dos Santos

**CORRELAÇÃO ENTRE QUALIDADE ÓSSEA CLÍNICA E  
DENSIDADE ÓSSEA TOMOGRÁFICA EM MANDÍBULAS  
EDÊNTULAS**

Trabalho apresentado à Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para a conclusão do Curso de Graduação em Odontologia.

**Orientador:** Prof. Dr. Luis André Mezzomo

**Co-Orientador:** Dr. Vinicius D'Avila Dutra

Florianópolis  
2018


Tarla Thaynara Oliveira dos Santos

**CORRELAÇÃO ENTRE QUALIDADE ÓSSEA CLÍNICA E  
DENSIDADE ÓSSEA TOMOGRÁFICA EM MANDÍBULAS  
EDÊNTULAS**


Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Cirurgião-Dentista e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

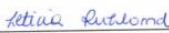
Florianópolis, 22 de maio de 2018.

**Banca Examinadora:**

  
Prof. Dr. Luis André Mendonça Mezzomo  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

Dr. Vinicius D'Avila Dutra  
Co-Orientador

  
Prof. Dra. Thais Marques Simek Vega Gonçalves  
Universidade Federal de Santa Catarina

  
Dra. Leticia Ruhland  
Cirurgiã-Dentista

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, quero agradecer a Deus pela vida e por tudo que Ele nos proporciona. Sou muito grata por cada momento de desespero e também os momentos de alívio, são esses momentos que nos desafiam e nos fazem seguir em frente sempre. Gostaria de agradecer à minha mãe Ivonete, meu irmão Wastter, minha tia Marleci e ao meu filhote de quatro patas, que me fortalecem e me dão forças para seguir em frente. Independentemente do que aconteça, vocês sempre vão estar presentes na minha vida.

Gostaria de agradecer ao meu orientador Prof. Dr. Luís André Mezzomo por ter me acompanhado até aqui, por cada ensinamento, por ter aceito ser meu orientador. Sou muito grata por ter um mestre como você! Obrigada pela paciência, por acreditar em mim e no meu trabalho. Obrigada a você e sua família por me acolher nessa fase tão difícil e por ser esse espelho como profissional e mestre que quero levar para vida.

Meus agradecimentos se estendem ao meu co-orientador Dr. Vinicius D'Avila Dutra por toda sua ajuda, todas as explicações e apoio a esse trabalho. Sua ajuda foi muito importante nessa caminhada.

Quero agradecer também à Prof. Dr<sup>a</sup>. Thais Gonçalves pelos ensinamentos diários. Obrigada por contribuir com minha formação, você é uma excelente profissional e mestre. A Prof. Dr<sup>a</sup>. Analucia, que foi como uma mãe para mim e me acolheu nos

momentos que mais precisei. Obrigada por ser essa pessoa maravilhosa, e como já lhe disse “quando crescer quero ser um pouquinho do que você é”, um exemplo de profissional e pessoa, que só quem conhece sabe o coração enorme que tens, sou muito grata por isso. Obrigada sempre!

Agradeço também às mestrandas Lorena Tavares, Franciele Floriani e Patrícia Pauletto. Muito obrigada por todos os momentos de ajuda, por me ajudar com esse trabalho e por me fazer rir nos dias estressantes. Vocês foram presentinhos muito bons, que amei ganhar durante esses dois anos de projeto. E também às minhas colegas de projeto, que compartilharam comigo esses dois anos de projeto, atendendo os pacientes e ajudando em tudo que era possível. Vocês também foram essenciais para construção deste trabalho.

Quero agradecer muito à minha dupla Maria Eduarda Póvoas. Você foi sempre mais que uma dupla, foi minha irmã de coração que ganhei durante esses 5 anos de curso. Obrigada por estar comigo em todos os momentos, todos os dias e horas da faculdade, por me dar sua casa, seus pais, suas cachorras e até um quarto. Vou te levar comigo para sempre e quero que estejas sempre presente na minha vida. Obrigada por me aguentar e acolher nos momentos de desespero e nos momentos de estresse também. Você é uma pessoa incrível com o um coração lindo e vai ser uma excelente profissional.

Ao meu namorado Gilberto, que é e sempre foi uma fonte de paciência comigo, a pessoa que veio para trazer calma para os meus dias. Obrigada por estar presente em todos os momentos, pelas noites de estudo, por cada palavra de apoio, por me acompanhar durante boa parte dessa difícil jornada, chamada graduação, e também por sempre me incentivar nas minhas decisões. Agradeço por você ser esse parceiro maravilhoso que a vida me deu. Sou muito grata por sua presença, paciência e companheirismo.

Quero agradecer também aos amigos que fiz durante esses anos de faculdade: Ana Salinas, Karolliny Amadi, Carolina Trajano, Gabriel Giassi, Jessyca Kuerten, Gabriela Sumar, Samanta Soler, Rebeca Kurihara e Willy Neuburger. Vocês foram especiais nessa jornada, fazendo noites no anatômico serem divertidas ou estudos de biologia celular ser engraçado, postos de saúde menos exaustivos, estágios mais animados e almoços mais descontraídos no meio de um dia cansativo de clínica! Obrigada cada um de vocês, amo todos e vou sentir muita falta da convivência diária com vocês.

Obrigada às minhas amigas da escola: Renata, Sidiane, Juliana, Tuanne e Gabriela. Às vezes mesmo distantes, sempre mandaram forças e acreditaram em mim. Peço desculpas também por inevitavelmente ter me afastado devido a nossas diferentes rotinas! Guardo vocês no fundo do meu coração para sempre e sei

que posso contar com cada uma, como já precisei em diversos momentos.

Devo agradecer também ao Batista, Luís, Rosangela, Nilcéia e a Dayane. Vocês são pessoas abençoadas, que nos ajudam nos momentos de desespero, sempre com um sorriso no rosto e uma calma que não existe. Obrigada por vocês serem essas pessoas de amor dentro da faculdade. Nunca me esquecerei de vocês.

Por fim, deixo aqui o meu muito obrigada a todos que contribuíram de alguma forma para minha formação: meus professores, amigos, funcionários, mestrandos, doutorandos e à instituição. Sou grata por tudo e principalmente por ter finalizado mais essa etapa do curso.

*“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.*

Martin Luther King 1962.



## RESUMO

A qualidade óssea no sítio de colocação de implantes dentários exerce um papel decisivo no sucesso da osseointegração. No entanto, as classificações vigentes não expressam quantitativamente a qualidade óssea. Desta forma, o objetivo deste estudo clínico foi avaliar quantitativamente a densidade óssea na região para colocação de implantes e correlacionar com a sensação tátil do cirurgião na instalação dos implantes em mandíbulas edêntulas. Pacientes edêntulos totais mandibulares foram triados de acordo com critérios de elegibilidade. Os pacientes incluídos foram alocados randomicamente em dois grupos: Grupo Teste – dois implantes convencionais na região entre os forames mentonianos e dois implantes extra-curtos (4-mm) na região posterior; Grupo Controle – dois implantes convencionais na região interforaminal. A qualidade óssea clínica foi medida pela sensibilidade tátil do cirurgião no momento da colocação do implante de acordo com a classificação de Lekholm & Zarb (1985). A densidade óptica tomográfica foi medida para sítios anteriores e posteriores ao forame mentoniano em escala de níveis de cinza no programa ImageJ®. Os valores médios de densidade óssea tomográfica foram obtidos também com o programa coDiagnostix™. Por último, um radiologista independente e calibrado classificou os cortes parassagitais dos sítios anteriores e posteriores ao forame mentoniano em tipo I, II, III ou IV. A comparação dos níveis de cinza

entre os sítios anteriores e posteriores foi realizada com o Teste t de *Student* ( $p < 0,05$ ). Quarenta e quatro sítios (22 posteriores) de tomografias de feixe cônico de 11 pacientes foram analisados. Os sítios posteriores apresentaram uma frequência maior de osso tipo III na análise clínica. Os níveis médios de cinza foram menores ( $p < 0,001$ ) na região posterior. Houve uma forte correlação ( $p < 0,001$ ;  $r = 0,744$ ) nas análises de densidade óssea entre os softwares ImageJ® e coDiagnostix™. Este estudo encontrou uma moderada correlação entre a avaliação tátil do cirurgião e a avaliação tomográfica por um radiologista com a avaliação das escalas de densidade dos dois softwares.

**Palavras-chave:** Implantes dentários, Densidade óssea, Tomografia computadorizada de feixe cônico, densidade óptica.

## **ABSTRACT**

Bone quality at the of dental implant placement site plays a decisive role in the success of osseointegration. However, the current classifications do not quantitatively express bone quality. Thus, the purpose of this clinical study was to quantitatively evaluate the bone density in the region for implant placement and to correlate with the tactile sensation of the surgeon during the installation of the implants in edentulous mandibles. Total edentulous mandibular patients were screened according to eligibility criteria. The included patients were randomly allocated into two groups: Test Group - two conventional implants in the region between the menton foramen and two extra-short implants (4-mm) in the posterior region; Control Group - two conventional implants in the interforaminal region. Clinical bone quality was measured by the surgeon's tactile sensitivity at the time of implant placement according to the Lekholm & Zarb (1985) classification. The tomographic optic density was measured for sites anterior and posterior to the mental foramen on the scale of gray levels in the ImageJ® program. Mean values of tomographic bone density were also obtained with the coDiagnostix <sup>TM</sup> program. Finally, an independent, calibrated radiologist classified the paraassagittal sections of the anterior and posterior sites of the menton foramen in type I, II, III or IV. Comparison of gray levels between the anterior and posterior sites was performed using Student's t-test ( $p < 0.05$ ). Forty-four (22 posterior) sites of conical

beam tomography of 11 patients were analyzed. Posterior sites presented a higher frequency of type III bone in the clinical analysis. Mean gray levels were lower ( $p < 0.001$ ) in the posterior region. There was a strong correlation ( $p < 0.001$ ;  $r = 0.744$ ) in bone density analyzes between ImageJ® and coDiagnostix™ software. This study found a moderate correlation between the tactile evaluation of the surgeon and the tomographic evaluation by a radiologist with the evaluation of the density scales of the two softwares.

**Keywords:** Dental implants, bone density, cone beam computed tomography, optical density.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Descrição da densidade óssea realizada por Lekholm e Zarb	27
<b>Figura 2.</b> Descrição de densidade óssea proposta por Misch (2000).	29
<b>Figura 3.</b> Imagem da tela inicial do programa coDiagnostix	37
<b>Figura 4.</b> Estatística de densidade ao redor do implante coDiagnostix™	38
<b>Figura 5.</b> Interface inicial do programa ImageJ®	39
<b>Figura 6.</b> Guia tomográfico	56
<b>Figura 7.</b> Aparelho tomógrafo utilizado na obtenção dos exames	57
<b>Figura 8.</b> Imagem de corte panorâmico coDiagnostix™	58
<b>Figura 9.</b> Imagem das densidades médias medidas em 0mm e 2,5 mm	59
<b>Figura 10.</b> Classificação da escala de níveis de cinza nas tomografias.	61
<b>Figura 11.</b> Ferramentas para importação dos arquivos “dicom”	62
<b>Figura 12.</b> Janela para seleção da sequência de arquivos “.dicom”.	63
<b>Figura 13.</b> Ajustes da reconstrução de imagem	63
<b>Figura 14.</b> Seleção de imagem em 8 bits.	64
<b>Figura 15.</b> Corte axial que mostra todas a gutas-perchas	65

<b>Figura 16.</b> Reta fixada na imagem unindo as gutas-perchas posteriores.	66
<b>Figura 17.</b> Imagem completa da mandíbula	67
<b>Figura 18.</b> Reta de referência que uniu as guta perchas.	68
<b>Figura 19.</b> ROI no corte axial para medição	69
<b>Figura 20.</b> Seleção da ferramenta dos dados a serem calculados pelo ImageJ®	70
<b>Figura 21.</b> Ferramenta que calcula os dados automaticamente.	71
<b>Figura 22.</b> Ferramenta de registros dos dados pelo ImageJ®.	71
<b>Figura 23.</b> Reta perpendicular ao rebordo traçando o centro da guta percha.	73
<b>Figura 24.</b> Sequência de comandos para reconstrução do corte coronal	74
<b>Figura 25.</b> Imagem automática para selecionar a posição da imagem	74
<b>Figura 26.</b> Imagens no corte coronal construída para análise.	75
<b>Figura 27.</b> Reta de referência traçada para identificar as guta perchas.	77
<b>Figura 28.</b> Retas traçadas paralelas.	78
<b>Figura 29.</b> Corte sagital com a linha de referência	79
<b>Figura 30.</b> Reta traçada perpendicular à reta referência.	
<b>Figura 31.</b> Reta traçada paralela à reta referência.	81
<b>Figura 32.</b> ROI delimitado para análise automática.	82
<b>Figura 33.</b> Posicionamento dos implantes para os pacientes do grupo teste (T).	85

<b>Figura 34.</b> Fluxograma dos estágios dos pacientes no estudo.	87
<b>Figura 35.</b> Resultado do processo de triagem e motivos para exclusão.	88
<b>Figura 36.</b> Gráfico de correlação entre os programas CoDiagnostix™ e ImageJ®.	96
<b>Figura 37.</b> Correlação entre CoDiagnostix e avaliação radiográfica.	97
<b>Figura 38.</b> Correlação entre o CoDiagnostix™ e os dados clínicos.	98
<b>Figura 39.</b> Correlação entre o ImageJ® e a classificação clínica.	99
<b>Figura 40.</b> Correlação entre ImageJ® e a classificação do radiologista.	100

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Cálculo amostral	50
<b>Tabela 2.</b> Densidade óssea obtida pelo programa coDiagnostix™89	
<b>Tabela 3.</b> Densidade óptica obtida pelo programa ImageJ® no corte axial	90
<b>Tabela 4.</b> Densidade óptica obtida pelo programa ImageJ® no corte sagital	90
<b>Tabela 5.</b> Densidade óptica obtida pelo programa ImageJ® no corte coronal	91
<b>Tabela 6.</b> Densidade óptica obtida pelo programa ImageJ® (geral).	92
<b>Tabela 7.</b> Distribuição da qualidade óssea radiologista	93
<b>Tabela 8.</b> Distribuição da qualidade óssea clínica	94
<b>Tabela 9.</b> Correlação entre todos os métodos de avaliação	95



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

&	Letra “e”
“.dicom”	<i>Digital Imaging and Communications in Medicine</i>
3D	Tridimensional
AASM	<i>American Academy of Sleep Medicine</i>
ANOVA	Análise de variância
BITS	<i>Binary Term</i>
BV	<i>bone volume</i> (volume ósseo)
CEPSH	Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos
cm	Centímetros
d.p.	desvio-padrão
D1	Densidade óssea tipo I
D2	Densidade óssea tipo II
D3	Densidade óssea tipo III
D4	Densidade óssea tipo IV
DMO	Densidade Mineral Óssea
Dr. (a)	Doutor (a)
et al.	e outros (abreviatura de <i>et alii</i> )
Fig.	Figura
FOV	Campo de visão ( <i>Field Of View</i> )
HU	Unidades Hounsfield
ISQ	Quociente de Estabilidade do Implante
ITI	<i>International Team for Implantology</i>
kVp	Peak kilovoltage

mA	miliAmpère
MAC	<i>Media Access Control</i>
Máx	Máximo
mg	Miligramas
Min	Mínimo
mm	Milímetros
$n$	Número amostral
NIH	<i>National Institutes of Health</i>
Nº	Número
$p$	Valor de $p$ ou nível descritivo
PROF(a)	Professor (a)
RAAQ	Resina Acrílica Ativada Quimicamente
ROI	<i>Region of Interest</i>
s	Segundos
SC	Santa Catarina
SLA	<i>Sand blasted large grit, acid etched surface</i>
SLActive	<i>Sand-blasted, large-grit, acid-etched active, modified surface implants</i>
TC	Tomografia Computadorizada
TCFC	Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico
TCLE	Termo de Consentimento Livre Esclarecido
TCV	Tomografia Computadorizada Volumétrica
TI	Torque de Inserção
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
VM	Valor médio de níveis de cinza

vs.

Versus

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\mu\text{CT}$	Tomografia de alta resolução (microtomografia)
$\pm$	Mais ou menos
®	Marca registrada
$\times$	Vezes
%	Por cento
/	Ou
=	Igual a
>	Maior que
<	Menor que
$\geq$	Maior igual a
$\leq$	Menor igual a
[/]	<i>Reslice</i>
*	Asterisco
™	<i>Trademark</i> (marca registrada)
§	Teste Qui-quadrado
X	Vezes
°	Graus

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>26</b>
2.1 DENSIDADE ÓSSEA	26
2.1.1 <i>Densidade Óssea por Sensação Tátil .....</i>	<i>28</i>
2.2 TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA	30
2.3 TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO	32
2.4 PROGRAMA DE PLANEJAMENTO CIRÚRGICO VIRTUAL	36
2.5. PROGRAMA DE ANÁLISE DE IMAGENS RADIOGRÁFICAS (IMAGEJ®)	39
2.6. EVIDÊNCIAS CIENTÍFICAS	40
<b>3. OBJETIVO.....</b>	<b>46</b>
3.1 OBJETIVO GERAL	46
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	46
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>48</b>
4.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO	48
4.2 AVALIAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA	48
4.3 CÁLCULO AMOSTRAL	49
4.4 RECRUTAMENTO E SELEÇÃO DOS PACIENTES	52
4.5 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE	52
4.5.1 <i>Critérios de Inclusão:.....</i>	<i>52</i>
4.5.2 <i>Critérios de Exclusão:.....</i>	<i>52</i>
4.6. PLANEJAMENTO CIRÚRGICO	54
4.6.1. <i>Avaliação da Qualidade Óssea Tomográfica .....</i>	<i>58</i>
4.6.1.1. <i>Avaliação da Densidade Óssea Tomográfica – Software coDiagnostix™ .....</i>	<i>58</i>
4.6.1.2. <i>Avaliação da Densidade Óptica Tomográfica – Software ImageJ® .....</i>	<i>60</i>
4.6.1.2.2. <i>Análise da Densidade óptica no corte Coronal.....</i>	<i>72</i>
4.6.1.2.3. <i>Análise da Densidade óptica no corte Sagital.....</i>	<i>76</i>
4.6.1.3. <i>Avaliação da Qualidade Óssea Radiográfica Visual..</i>	<i>83</i>
<b>5. RESULTADOS .....</b>	<b>86</b>

5.1. QUALIDADE ÓSSEA RADIOGRÁFICA	88
5.1.2. RESULTADOS DA DENSIDADE ÓPTICA RADIOGRÁFICA (NÍVEIS DE CINZA) – IMAGEJ®	89
5.1.3. RESULTADOS DA QUALIDADE ÓSSEA VISUAL (RADIOLOGISTA)	92
5.2. RESULTADOS DA QUALIDADE ÓSSEA CLÍNICA	93
5.3. CORRELAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS:	94
<b>7. CONCLUSÕES.....</b>	<b>109</b>
ANEXO 1. PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA. (PÁGINA 1)	118
ANEXO 2. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PÁGINA 1)	123
ANEXO 3. QUESTIONÁRIO DE BRUXISMO	125
ANEXO 4. QUESTIONÁRIO SOBRE DENSIDADE ÓSSEA RADIOGRÁFICA	126
ANEXO 5. QUESTIONÁRIO SOBRE DENSIDADE ÓPTICA ANALISADA PELO PROGRAMA IMAGEJ®.	126
ANEXO 6. FICHA DE AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA (PÁGINA 1)	127
ANEXO 6. FICHA DE AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA (PÁGINA 2)	128
ANEXO 7- ATA DE APRESENTAÇÃO DO TCC	129

## 1. INTRODUÇÃO

Miotto et al. (2014) afirmaram que as deficiências de saúde bucal têm influência na qualidade de vida das pessoas. Os profissionais devem cuidar da capacidade dos pacientes para cumprir suas atividades, o que significa que o impacto da doença oral, seu tratamento, e suas consequências sobre a qualidade de vida devem ser levados em conta na avaliação do estado de saúde. A população, em envelhecimento, trouxe desafios para os sistemas de saúde, sendo que o edentulismo total é um deles. Segundo o levantamento SB Brasil (2010), 56,24% dos adultos utilizam prótese dentária na arcada superior e 18,08% na arcada inferior. Entre os idosos, 83,15% as utilizam na arcada superior e 51,99% na arcada inferior. É importante ressaltar que o uso de próteses na arcada inferior, especialmente entre idosos, representa uma preocupação para a reabilitação. Os dados representam também um aumento gradativo de perdas dentárias com a idade, indicando para a necessidade de desenvolvimento de políticas de saúde que invertam esta lógica. A fabricação de próteses acrílicas removíveis é uma solução por ser um tratamento simples e barato, mas a maioria dos pacientes não estão satisfeitos com sua instabilidade funcional, causando problemas como dietas limitadas, dor na boca, fala, problemas psicossociais, etc. (NIKOLOVSKA et al. 2015).

A reabsorção óssea da mandíbula pode transformar a crista alveolar em um tecido delgado que não consegue sustentar uma

prótese dentária com adequada retenção. Assim, a prótese total retida por implantes (*overdenture*) tornou-se uma parte importante da terapia protética. Os implantes endósseos oferecem retenção, estabilidade e função, especialmente na mandíbula (NIKOLOVSKA et al. 2015). A *overdenture* deve seguir os planejamentos de uma prótese total convencional, sendo fundamental que a mesma possua um íntimo contato de sua base com o rebordo residual (RENOUARD & RANGERT, 2000). Diversos estudos avaliaram a eficácia das reabilitações protéticas utilizando *overdentures*. Dolder et al. (1961) foram um dos primeiros a desenvolver novas tecnologias em componentes protéticos para uma melhor retenção da dentadura inferior, desenvolvendo assim a barra de Dolder, a qual unia dois caninos remanescentes com um sistema de encaixe preso à base da dentadura chamada de clipe ou matriz. Embora este sistema tenha a função apenas de aumentar a retenção da prótese, e não de suportar as forças durante a função, é considerado o sistema mais confiável para a distribuição de força entre a área de rebordo e os remanescentes. Além disso, parece não haver nenhuma diferença estatística quando *overdentures* mandibulares retidas por dois implantes são comparadas com as retidas por três ou mais implantes quanto à satisfação do paciente e manutenção em longo prazo (RENOUARD & RANGERT, 2000).

Segundo Salimov et al. (2014), os implantes dentários são alternativas confiáveis na reabilitação oral, de forma que o sucesso e a sobrevivência dos implantes são influenciados pela qualidade e



quantidade óssea disponível no sítio de instalação do implante. Previamente à instalação do implante, é necessário que se faça uma análise da estrutura óssea durante o planejamento e tratamento. Neste sentido, a qualidade do osso é um fator que possibilita prever a estabilidade do implante, de forma que valores altos de ISQ e TI favorecem a osseointegração do implante (ESPOSITO et al. 1998). A qualidade óssea e a densidade do osso disponível em um sítio edêntulo é um fator determinante para o planejamento do tratamento, desenho do implante, abordagem cirúrgica, tempo de cicatrização e carga óssea durante a reconstrução protética (CHOI et al. 2015; LINK et al. 2016).

A introdução dos implantes curtos ( $\leq 7$ -mm) representa um desenvolvimento importante e uma nova alternativa terapêutica para pacientes que possuem reabsorção mandibular (POMMER et al. 2011; LOPS et al. 2012; ANITUA et al. 2014a,b). Os implantes curtos contribuem para reduzir a necessidade de cirurgia avançada (Menchero-Cantalejo et al. 2011; Neldam & Pinholt 2012), bem como em situações de visibilidade limitada, reduz o risco de afetar estruturas anatômicas (MALÓ et al. 2007; ROSSI et al. 2010). Os implantes extra-curtos são considerados os implantes com menos de 5 milímetros de comprimento. O principal benefício dos implantes extra-curtos é evitar cirurgias de aumento ósseo, bem como reduzir a duração do tratamento, a morbidade do paciente (SÁNCHEZ-GARCÉS et al. 2012; SRINIVASAN et al. 2014) e o alto

custo de cirurgias invasivas de aumento ósseo (MENDONÇA et al. 2014).

A importância da qualidade óssea no prognóstico de implantes convencionais tem sido bem documentada na literatura. Choi et al. (2015) afirmam que uma fraca densidade óssea foi indicada como um dos principais fatores de risco de falência do implante, pois pode estar associado à reabsorção óssea e comprometimento no processo de cicatrização em comparação com o osso de maior densidade. Portanto, a densidade óssea de locais receptores de implantes tem que ser precisamente analisada antes, durante e após a instalação do implante para o sucesso em longo prazo. No entanto, as evidências científicas sobre o papel da qualidade óssea no prognóstico de implantes curtos ainda são escassas. Apenas um estudo clínico (Calvo-Guirado et al. 2015) avaliaram a qualidade óssea em sítios de implantes extra-curtos (4-mm), os quais mostraram valores semelhantes aos de implantes convencionais. Neste estudo, a taxa de sobrevivência de quarenta implantes de 4-mm colocados em edêntulos foi de 97,5%, 12 meses após a cirurgia. Um implante extra-curto foi perdido na fase de cicatrização e foi substituído por outro, 2 semanas depois.

Portanto, o presente estudo teve como objetivo avaliar quantitativamente a densidade óssea radiográfica nas regiões anterior e posterior ao forame mentoniano em mandíbulas edêntulas e correlacionar com a qualidade óssea clínica (trans-cirúrgica).

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

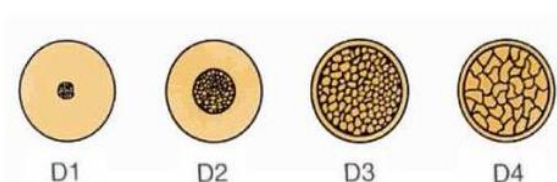
### **2.1 Densidade óssea**

A tentativa de propor classificações para os ossos maxilares na reabilitação oral existe há algumas décadas. Linkow & Cherchève (1970) classificaram a densidade óssea em três categorias - Estrutura óssea de Classe I: este tipo de osso ideal consiste em trabéculas uniformemente espaçadas, com pequenos espaços esponjosos. Estrutura óssea de Classe II: o osso tem espaços esponjosos ligeiramente maiores, com menos uniformidade do padrão ósseo. Estrutura óssea Classe III: existem grandes espaços preenchidos por medula entre o trabeculado ósseo. Os autores afirmam que o osso da Classe III resulta em um implante frouxo, já o osso Classe II foi satisfatório para implantes, e o Classe I era considerado uma base muito sólida para as próteses implanto-suportadas.

Mais tarde, Lekholm & Zarb (1985) promulgaram uma nova classificação. Quatro qualidades ósseas foram definidas baseadas tanto na radiografia e na sensação de resistência experimentada pelo cirurgião na colocação de implantes: Densidade 1: Osso compacto inteiramente homogêneo. Densidade 2: Uma espessa camada de osso compacto envolvendo um núcleo de osso trabecular denso. Densidade 3: Uma camada fina de osso cortical envolvendo osso trabecular mais denso, com resistência favorável.

Densidade 4: Uma fina camada de osso cortical que envolve um núcleo de osso trabecular de baixa densidade (Figura 1).

Bone Density Classification scheme (Lekholm – Zarb; 1985)



**Figura 1.** Descrição da densidade óssea realizada por Lekholm e Zarb (1985), onde D1 indica osso mais denso e mais cortical, D2 metade do osso cortical e metade osso trabecular, D3 osso com muitas trabéculas mais juntas e pouca cortical e D4 osso com trabéculas mais espaçadas.

Misch (1999) introduziu uma classificação de densidade óssea com base na sensação tátil durante a perfuração para inserção do implante e relacionada com a densidade medida em imagens de TC, em Unidades Hounsfield (HU). Esta classificação compreendia: D1 sendo um osso cortical denso ( $>1250$  HU); D2 sendo um osso com cortical espesso denso a poroso (850 a 1250 HU); D3 sendo um osso com cortical fina com osso trabeculado fino (350 a 850 HU); D4 sendo um osso quase totalmente fino (150 a 350 HU) e D5 como sendo um osso não mineralizado ou imaturo ( $<150$  HU).

Lindh et al. (2014) revelaram que a densidade óssea (densidade mineral óssea, DMO) e qualidade óssea não são sinônimos. A qualidade óssea engloba outros fatores além densidade óssea, como tamanho do esqueleto, arquitetura e

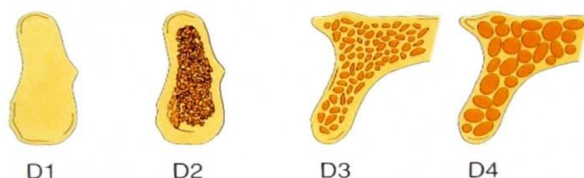
orientação tridimensional das trabéculas e as propriedades da matriz. A qualidade óssea não é apenas uma questão de conteúdo mineral, mas também de estrutura. A qualidade óssea pode influenciar a estabilidade de implantes dentários e desempenha um papel significativo na falha precoce do tratamento com implantes.

Norton & Gamble (2001) sugeriram uma escala objetiva de densidade que foi baseada em valores médios HU tomadas a partir de TC e poderia ser usado para o tecido ósseo como classificação antes do tratamento com implantes. Eles relataram que a densidade óssea média da TC era 682 HU para 139 sites. Eles registraram que as densidades ósseas médias na mandíbula anterior, a mandíbula posterior, a maxila anterior, a maxila posterior foram 970, 669, 696 e 417 HU respectivamente. Desta forma a necessidade de se obter uma classificação objetiva e quantitativa da densidade óssea que possa ser empregada no pré-operatório e que não dependa da habilidade do cirurgião, faz-se necessária para o prognóstico do tratamento.

### 2.1.1 Densidade Óssea por Sensação Tátil

Misch (2000), a fim de descrever de maneira ampla e adequada à Implantodontia o sentido tátil nas diferentes densidades ósseas, comparou a densidade óssea à de materiais de várias densidades. A perfuração de inserção de implantes em um osso D1 é similar à perfuração de uma tábua de carvalho ou bordo. O osso

D2 é similar à sensação tátil de perfurar um pinheiro ou um abeto. O osso D3 é referente à madeira balsa e o D4, é similar a perfurar um isopor (Figura 2).



**Figura 2.** Descrição macroscópica dos quatro tipos de densidade óssea proposta por Misch (2000).

Trisi e Rao (1999) propuseram a classificação óssea a partir da avaliação da densidade óssea percebida pelo cirurgião no momento da fresagem óssea e comparado com a biópsia e avaliação histomorfométrica da mesma região, onde a densidade óssea foi dada pela porcentagem de osso trabecular em função do seu volume. A classificação era em quatro níveis, do mais denso ao menos denso: D1, D2, D3 e D4. Neste estudo, a porcentagem de osso trabecular média para cada tipo ósseo foi de 76,54% ( $\pm 16,19$ ); 66,78% ( $\pm 15,82$ ); 59,61% ( $\pm 19,55$ ); e 28,28% ( $\pm 12,02$ ), respectivamente. Os cirurgiões conseguiram diferenciar estatisticamente as classificações D1 e D4.

Linck et al. (2016) ressaltaram que embora a percepção tátil tenha menor influência na avaliação óssea pré-operatória, essas

não devem ser excluídas, pois fornecem informações adicionais para o planejamento geral dos implantes dentários e possíveis resultados. Como um procedimento pré-operatório, a percepção tátil cirúrgica traz informações únicas e relevantes que só podem ser obtidas nesta etapa do tratamento.

## **2.2 Tomografia Computadorizada**

A Tomografia Computadorizada (TC) foi inventada por Hounsfield e foi anunciada ao mundo da imagem em 1972, mas tinha suas origens em matemática (1917) e astrofísica (1956). Os primeiros escaners de TC apareceram em meados da década de 1970 e tiveram tanto êxito que em grande parte substituiu a tomografia convencional no início dos anos 80.

No início, a TC foi um método complementar de exame a ser usado para ajudar em diagnóstico por imagem na Odontologia, para avaliar articulação temporomandibular, avaliação de lesão óssea em maxilares, avaliação de deformidades maxilo-faciais e avaliação pré e pós-operatória de região maxilo-facial, graças à sua alta qualidade de imagem. Apesar de avanços e habilidades de diagnóstico, havia deficiências inerentes aos escaners médicos utilizados para fins odontológicos. Basicamente, os escaners não foram desenvolvidos para reformatação dentária. Existiram erros inerentes tais como problemas de distorção, ampliação e posicionamento que levaram a imprecisões. Isto foi superado com o

advento de aparelhos de varredura sofisticados, estereolitográficos, modelos de ossos de resina, programas interativos, guias cirúrgicos gerados por computador e sistemas de navegação guiados por imagens. Mesmo com todas as mudanças, a TC possui muitas desvantagens, como a dose de radiação quando comparada com exames radiográficos (CHOI et al. 2015).

Pauwels et al. (2014) afirmam que escala unitária de Hounsfield é baseada em dois valores fixos, que são 0 HU para água e 21000 HU para o ar. Materiais ou tecidos que absorvem mais raios-X, como o osso, tem um valor unitário de Hounsfield mais alto. Por mais que os valores unitários de Hounsfield não são medições absolutas de densidade do material, eles podem ser usados para fins clínicos para quantificar a densidade do material ósseo (DMO). Embora as unidades Hounsfield possam ser convertidas em DMO, é possível derivar a DMO da atenuação de coeficientes sem a necessidade de calibração da unidade Hounsfield. Isto é realizado através do uso de um espectro de DMO, que contém pelo menos dois materiais de densidade variável. Quando a calibração da DMO é realizada na TC, o procedimento é referido como CT quantitativa ( $\mu$ CT).

Norton & Gamble (2001) sugeriram uma escala objetiva de densidade que foi baseada em valores médios HU tomadas a partir de TC e poderia ser usado para o tecido ósseo como classificação antes do tratamento com implantes. Eles relataram que a densidade óssea média da TC era 682 HU para 139 sites. Eles registraram



que as densidades ósseas médias na mandíbula anterior, a mandíbula posterior, a maxila anterior, a maxila posterior foram 970, 669, 696 e 417 HU, respectivamente.

### **2.3 Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico**

Para superar algumas das desvantagens dos tomógrafos médicos convencionais, um novo tipo de TC específico para aplicações dentais foi recentemente desenvolvido - a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). A dose de raios-x absorvida nos pacientes, apesar de ser maior do que exames radiológicos convencionais, pode ser de 40 a 60 vezes menor que tomografia computadorizada convencional, dependendo do protocolo utilizado (CHOI et al. 2011).

Na tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), a imagem volumétrica adquirida fornece uma imagem com maior resolução espacial, além de fornecer campo de visão escalável, o qual pode incluir toda a região maxilo-facial - maxila, mandíbula e base de crânio (CHOI et al. 2011). A imagem pode ser reconstruída em diferentes planos, chamada de reconstrução multiplanar e possui a capacidade de formar imagens em planos ou curvos. Os dados obtidos podem ser reformatados ou realinhados criando vários tipos de imagens diferentes aumentando a eficiência diagnóstica (ANGELOPOULOS 2008).

Varshowsaz et al. (2016) em seu estudo, correlacionaram os valores de cinza obtidos da TCFC e do HUs em imagens de TC foi avaliado e o efeito das tomografias de acordo com o tipo de tecido, espessura, parâmetros de aquisição e localização. Os espectros utilizados neste estudo simularam densidades diferentes, ou seja, tecido duro, tecido mole, água e ar. A precisão de três sistemas TCFC foi comparada com o TC como padrão ouro. Os resultados mostraram, nenhum dos sistemas de TCFC revelaram a densidade óssea precisa como o padrão ouro. De acordo com os resultados, os sistemas de TCFC não foram capazes de mostrar o valor exato da densidade e os fatores tais como tipo de tecido (duro, macio, água, ar), espessura (cheio contra meio), condições de aquisição de imagem (configurações altas contra configurações baixas) e localização do objeto periférica e intermediária não afetou avaliação da densidade por sistemas TCFC.

Nas tomografias computadorizadas convencionais (TC), é possível a utilização das Unidades Hounsfield (HU) para se determinar a densidade óssea, a qual é validada para tal propósito (TURKYILMAZ, et al. 2007; OLIVEIRA et al. 2008; TURKYILMAZ et al. 2008 (a); FUH et al. 2010; ARISAN et al. 2012; ISODA et al. 2012; VALIYAPARAMBIL et al. 2012). Entretanto, o cálculo matemático e, conseqüentemente, as HU não são apropriados para avaliação da densidade óssea em tomografias computadorizadas de feixe cônico (TCFC). Isto ocorre, pois, o método físico de obtenção de imagem a partir de um único feixe cônico e um único

sensor geram o endurecimento do feixe de raio-X, aumento de ruído na reconstrução das imagens e provocam o efeito de salto, os quais implicam em alterações e heterogeneidade das HU de uma imagem (HUA et al. 2009; NACKAERTS et al. 2011), inviabilizaram sua utilização para avaliação de densidade óssea em TCFC. Nackaerts e colaboradores (2011), com a utilização de um padrão pré-definido e conhecido, compararam TC e TCFC em relação à análise de variabilidade dos valores de intensidade das imagens e demonstraram que na CT a variabilidade é de 0,1% e na TCFC é de 10%, ou seja, 100 vezes mais variabilidade na TCFC.

Em contrapartida desta limitação de utilização da Unidade Hounsfield (HU) em TCFC, este trabalho utilizou a variação nos tons de cinza para avaliação da densidade óptica, uma vez que, assim como a HU em CT, ela também está diretamente ligada à atenuação e absorção dos raios-X em relação à densidade e espessura do objeto exposto, no caso o osso. Nos trabalhos de Parsa e colaboradores (2012) demonstraram que os valores de tons de cinza dos voxels na TCFC se afastam das HU em TC, quando analisadas as mesmas áreas ósseas nos dois tipos de tomógrafos. Mesmo assim, há uma forte correlação entre a variação dos tons de cinza em TCFC e a variação das HU em CT (PARSA et al. 2012; PARSA et al. 2013). Da mesma forma, outros autores também encontraram correlação entre a variação dos tons de cinza em TCFC e a variação de HU em TC (REEVES et al. 2012; VALIYAPARAMBIL et al. 2012; CASSETTA et al. 2013). Mais

trabalhos também utilizaram a variação dos tons de cinza para verificação da qualidade óssea em TCFC (NACKAERTS et al. 2011; ARISAN et al. 2012, PAUWELS et al. 2013).

Do mesmo modo como neste trabalho, Pauwels e colaboradores (2013) utilizaram a variação dos tons de cinza de diversos aparelhos e protocolos de obtenção de TCFC e TC, onde encontraram correlação de Pearson entre 0,7014 e 0,9996 numa faixa de alta densidade e entre 0,5620 e 0,9991 na faixa de média densidade. O erro médio dos valores de voxels de TCFC na faixa de média densidade foi de 35 a 1562 unidades. Segundo estes autores, apesar de a maioria dos dispositivos de TCFC mostrarem uma boa correlação geral com os números das CT, erros podem ser vistos ao utilizar os valores de cinza de uma forma quantitativa, como encontrado em três das 30 combinações de métodos e aparelhos avaliados. Embora possa ser possível obter unidades “pseudo-Hounsfield” de certas TCFCs, os métodos alternativos de avaliação do tecido ósseo devem ser mais investigados ainda.

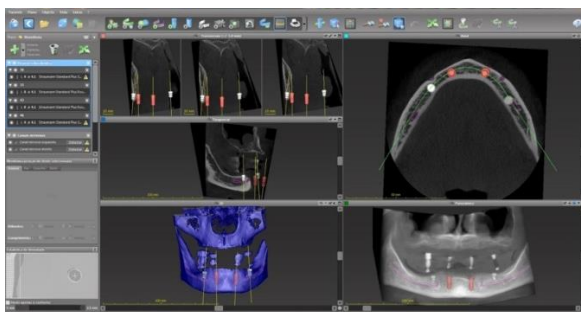
## 2.4 Programa de Planejamento Cirúrgico Virtual

O coDiagnostix™ (DentalWings Inc., Canadá) é uma solução em Implantodontia Digital que abrange o planejamento de implantes dentários e o desenho de guias cirúrgicos. O coDiagnostix™ é um programa de planejamento tridimensional (3D) de implantes, que permite importar e processar conjuntos de dados de digitação de TC/TCV 3D (“dicom” padrão). Guias de perfuração são projetadas com o coDiagnostix™, os quais suportam a colocação do implante por meio de cirurgia guiada (Figura 3). Com base no planejamento de implantes concluído, o programa permite a exportação de dados para a produção de guias cirúrgicas com recurso a sistemas de impressão tridimensional. Isto ajuda os profissionais a fornecer resultados seguros e previsíveis, ao mesmo tempo em que aumentam a eficiência e a produtividade. No fluxo de trabalho analógico, o paciente tem de utilizar uma guia tomográfica, equipadas com pino de referências, durante os procedimentos de digitalização por TC/TCFC.

Além disso, o programa lê dados de imagens tridimensionais de escaners de modelo ou varredura de moldagens contendo informação de gengiva e dente. O programa possui um fluxo de trabalho totalmente digital que economiza tempo e não exige um modelo de gesso para digitalização.

O planejamento é realizado através do cálculo de vista como: panorâmica virtual ou uma reconstrução tridimensional do

conjunto de dados imaginológicos, através da análise dos dados imaginológicos e a inserção de implantes, pilares protéticos e anilhas de perfuração.



**Figura 3.** Imagem da tela inicial do programa coDiagnostix, utilizado para planejamento virtual da cirurgia guiada. Fonte: Projeto de Pesquisa ITI-UFSC.

O coDiagnostix™ ([www.dentalwings.com](http://www.dentalwings.com)) traz inúmeros benefícios aos dentistas, dentre eles:

- Oferece tratamento padrão-ouro com visitas mínimas do paciente ao dentista a um custo acessível (não é necessário um modelo de varredura obrigatório);
- Estender a aplicação da cirurgia minimamente invasiva;
- Integrar fluxos de trabalho cirúrgicos e protéticos;
- Solicita guias de brocas altamente precisas e customizadas e restaurações temporárias provisórias diretamente para o consultório odontológico;
- Benefício através da produção local.

O coDiagnostix™ também traz benefícios para aos laboratórios, por exemplo:

- Obtém acesso a um crescente número de casos digitais de implantes;
- Benefício de um sistema aberto e personalizável;
- Integra os fluxos de trabalho protético e cirúrgico;
- Melhora o ajuste das restaurações implantadas;
- Produz guias de perfuração altamente precisos por meio de impressão 3D.

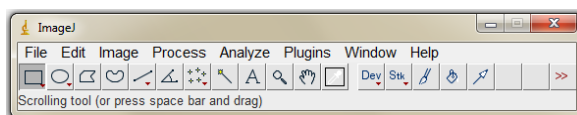
O programa possui uma ferramenta que determina a densidade óssea radiográfica da região (Figura 4), embora se saiba que esta informação não é fidedigna. A imagem é do arquivo “dicom” é de uma TCFC, onde não se pode usar valores HU por causa da dispersão e artefatos, pois este se aplica somente para TC.



**Figura 4.** Estatística de densidade (A) que mede os valores de densidade média (B) ao redor do implante nos diâmetros de 0mm a 2,5mm. Fonte: Projeto de Pesquisa ITI-UFSC.

## 2.5. Programa de Análise de Imagens Radiográficas (ImageJ®)

Segundo o manual do usuário, o ImageJ® é um programa de processamento e análise de imagens Java de domínio público inspirado no NIH Image (National Institutes of Health). Ele é executado como um aplicativo para download, em qualquer computador, tendo distribuições em sistemas operacionais Windows®, Macintosh® e Linux®. Ele pode exibir, editar, analisar, processar, salvar e imprimir imagens de 8, 16 e 32 bits (Figura 5). Pode ler muitos formatos de imagem, incluindo o “dicom”. Ele suporta “pilhas”, uma série de imagens que compartilham uma única janela. As operações consomem tempo com a leitura de arquivos de imagem, e pode ser realizado paralelo com outras operações.



**Figura 5.** Interface inicial do programa ImageJ®. Fonte: Projeto de Pesquisa ITI-UFSC.

O programa calcula estatísticas de área e valor de pixel de seleções definidas pelo usuário, mede distâncias e ângulos, cria histogramas de densidade e gráficos de perfil de linha e também



suporta funções de processamento. Além disso, o programa possui uma calibração espacial que fornece medidas dimensionais do mundo real em unidades, como milímetros. Calibração de densidade ou escala de cinza também está disponível.

## **2.6. Evidências Científicas**

Oliveira (2017) avaliou a correlação entre os diversos métodos de qualidade óssea das diferentes regiões alveolares da maxila e da mandíbula por meio da classificação óssea proposta por Lekholm e Zarb (1985), radiografias panorâmicas e periapicais, quociente de estabilidade do implante (ISQ), torque de inserção (TI), microtomografia computadorizada (micro-TC) e histomorfometria. Foram avaliadas 60 áreas edêntulas, sendo 15 áreas de cada quadrante da maxila e da mandíbula. A qualidade óssea tipo III foi a mais frequente na maxila posterior (73,33%) e anterior (73,33%), já a tipo II foi mais frequente na mandíbula posterior (53,33%) e anterior (60,00%). Foi observada uma diferença estatisticamente significativa na densidade óssea óptica avaliada por meio de radiografias periapicais na região posterior da maxila ( $2,38 \pm 1,06$ ) e posterior da mandíbula ( $3,84 \pm 0,68$ ), em relação às demais regiões alveolares avaliadas ( $p \leq 0,015$ ). Nas radiografias panorâmicas não foram observadas diferenças entre a densidade óptica das regiões alveolares ( $p = 0,6322$ ). Também foi possível detectar diferenças na qualidade óssea das regiões

alveolares da maxila e da mandíbula por meio de vários parâmetros da micro TC (BV,  $p \leq 0,002$ ; Bone Volume (BV) BT,  $p \leq 0,044$ ; BS,  $p < 0,027$ ; BS/BV,  $p < 0,05$ ; BS/TV,  $p < 0,05$ ; Tb.N,  $p < 0,01$  e Tb.Sp,  $p < 0,05$ ). Entretanto, a radiografia panorâmica apresentou apenas correlação com a BS e a BS/TV ( $\rho \leq 0,290$ ;  $p \leq 0,031$ ). O TI apresentou correlação com o ISQ, histometria e vários parâmetros da micro-CT (BV, BS/TV, Tb.Th, Tb.N, BS/BV, Tb.Pf, Tb.Sp, BV/BT) ( $\rho \leq 0,550$ ;  $p \leq 0,022$ ). Em contrapartida, o ISQ não apresentou correlação com nenhum parâmetro da micro-CT. A classificação de L & Z mostrou correlação com a densidade óptica avaliada por meio das radiografias periapicais, histometria, contagem de osteócitos, TI e vários parâmetros da micro-CT (BS/BV, Tb.Sp, Tb.Pf, BV, BS/TV, Tb.Th, Tb.N) ( $\rho \leq 0,344$ ;  $p \leq 0,042$ ). Esses resultados sugerem que a classificação óssea de Lekholm & Zarb e o TI podem ser considerados métodos confiáveis na avaliação da qualidade óssea. As radiografias periapicais são um método aceitável na avaliação da qualidade óssea. A radiografia panorâmica, por sua vez, não se mostrou um método confiável para a avaliação da qualidade óssea.

Rebaldi et al. (2010) na tentativa de obter medidas pré-cirúrgicas mais objetivas de interesse clínico, propuseram um novo método de medir e classificar a densidade óssea. Através da densidade de blocos de osso bovino de diferentes qualidades, inicialmente mediram em unidades de Hounsfield (HU) usando tomografia computadorizada (TC). Em seguida, os cilindros ósseos correspondentes a cada área examinada foram recuperados. A

qualidade óssea foi então medida por microCT histomorfométrica e por avaliação subjetiva da qualidade óssea durante a perfuração. Foi encontrada correlação estatisticamente significativa entre as medidas de CT e microCT. Com base nessas evidências, um novo método de classificação da densidade / qualidade óssea em três classes de interesse clínico foi desenvolvido: duro / denso, normal e macio (HNS). Esses dados estatísticos também permitiram a criação de uma fórmula para converter valores de CT ordinários expressos em HU em porcentagens de volume ósseo (VO%) para medir objetivamente a densidade óssea com base no sistema HNS. A colocação estável do implante depende de medidas de qualidade / densidade óssea específicas do local, objetivas e quantitativas. Para atender a esses padrões, este artigo relata um método inovador de classificar a qualidade / densidade óssea e medir objetivamente a densidade óssea com base nesse sistema de classificação HNS, usando uma fórmula matemática simples e inovadora que converte valores de HU em medições do volume ósseo.

Segundo Johanson et al. (2011) afirmaram que a densidade mineral óssea continua sendo a referência clínica mais validada; no entanto, tem especificidade limitada para a tomada de decisão cirúrgica. Outras medidas estruturais e geométricas ainda não receberam estudo suficiente para fornecer aplicabilidade clínica definitiva. Uma grande lacuna permanece entre a agenda

de pesquisa básica para entender a qualidade óssea e a transferência desses conceitos para a prática baseada em evidências.

Bergkvist et al. (2010) investigaram a relação entre densidade mineral óssea (DMO) antes da colocação do implante, medidas de estabilidade do implante na colocação do implante e perda óssea marginal de implantes carregados imediatamente após 1 ano *in situ*. Os pacientes recrutados de forma consecutiva receberam implantes Straumann SLActive® carregados com próteses fixas provisórias no prazo de 24 horas. A DMO foi medida a partir de imagens tomográficas computadorizadas antes da colocação do implante. A qualidade do osso alveolar foi avaliada durante a cirurgia. Estabilidade do implante - tanto rotacional quanto medida com análise de frequência de ressonância - e altura óssea marginal foram avaliadas na colocação do implante e após 1 ano. O coeficiente de correlação de Pearson foi usado para calcular as correlações, e a significância foi considerada quando  $p < 0,05$ . Vinte e um pacientes receberam 137 implantes (87 em maxila e 50 em mandíbula). A DMO foi significativamente correlacionada com a classificação da qualidade óssea em ambos os arcos ( $p < 0,001$ ). A DMO média também foi significativamente correlacionada com os valores de estabilidade ( $p < 0,001$ ). A perda óssea marginal média nas superfícies dos implantes diferiu, mas não significativamente, no seguimento de 1 ano, independentemente dos valores de DMO

( $p = 0,086$ ) e da estabilidade medida (estabilidade rotacional  $p = 0,34$ , análise da frequência de ressonância  $p = 0,43$ ) na colocação do implante. Dentro dos limites do estudo, pode-se concluir que o exame tomográfico computadorizado pode ser utilizado como método pré-operatório para avaliar a densidade maxilar antes da colocação do implante, uma vez que os valores de densidade se correlacionam com os métodos predominantes de medir a estabilidade do implante. No entanto, na perspectiva de pouco tempo de 1 ano, não houve diferenças nas taxas de sobrevivência ou alterações no nível ósseo marginal entre os implantes colocados no tecido ósseo de densidade diferente.

Linck et al. (2016), ressaltaram a falta de evidência científica na utilização da classificação de Lekholm & Zarb (1985) ocorre devido à variedade de formas com que o método é utilizado. Enquanto alguns autores classificam o tecido ósseo com base apenas na avaliação radiográfica, outros associam a percepção tátil do cirurgião.

Lindh et al. (2014) afirmaram que não há consenso nem na definição nem nos métodos usados para avaliar a qualidade óssea, uma questão sobre como o especialista interpreta o termo e sua influência no planejamento e no resultado do tratamento provavelmente diferiria tanto. Além disso, a qualidade óssea pode ser de importância diferente para diferentes sistemas de implantes.



### 3. OBJETIVO

#### 3.1 Objetivo Geral

Avaliar quantitativamente a densidade óssea na região para colocação de implantes e correlacionar com a sensação tátil do cirurgião na colocação dos implantes em mandíbulas edêntulas.

#### 3.2 Objetivos Específicos

- Avaliar tomograficamente, em um programa de planejamento cirúrgico virtual, a *densidade* óssea em sítios anteriores e posteriores ao forame mentoniano para colocação de implantes em mandíbulas edêntulas;
- Avaliar tomograficamente, em um programa de análise digital de imagens, a *densidade óptica*, expressa como variação de níveis de cinza, em sítios anteriores e posteriores ao forame mentoniano para colocação de implantes em mandíbulas edêntulas;
- Avaliar visualmente, nas imagens parassagittais das tomografias computadorizadas de feixe cônico, a qualidade óssea em sítios anteriores e posteriores ao forame mentoniano para colocação de implantes em mandíbulas edêntulas;

- Avaliar clinicamente a qualidade óssea trans-cirúrgica em sítios anteriores e posteriores ao forame mentoniano para colocação de implantes em mandíbulas edêntulas;
- Correlacionar a qualidade óssea clínica com a qualidade óssea radiográfica aferida por diferentes métodos em sítios anteriores e posteriores ao forame mentoniano.



## **4. METODOLOGIA**

### **4.1 Delineamento do estudo**

O trabalho é um recorte do macroprojeto de pesquisa intitulado “Fatores de Risco para Próteses Totais Retidas por Implantes Extra-Curtos em Mandíbulas Severamente Reabsorvidas – Um Ensaio Clínico Randomizado”. Este estudo trata-se de um ensaio clínico randomizado controlado e duplo cego.

### **4.2 Avaliação do comitê de ética**

O presente trabalho, por envolver pacientes e documentações clínicas, foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (CEPSH- UFSC), e obteve aprovação em fevereiro de 2016 (Parecer nº 1.452.492, Anexo 1).

Os pacientes que atenderam aos critérios de elegibilidade forneceram o seu Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) assinado, concordando com a participação na pesquisa (Anexo 2).

Os atendimentos foram realizados por alunos de Graduação em Odontologia da UFSC, sob supervisão e responsabilidade do investigador principal (Prof. Dr. Luís André Mendonça Mezzomo) e demais colaboradores.

### 4.3 Cálculo Amostral

O cálculo amostral foi realizado levando-se em consideração o desfecho primário do estudo principal – a perda óssea marginal, usando as médias e desvio-padrão de estudos prévios (Slotte et al. 2012, 2015), com o programa Stata® versão 14.1 (Stata Corp LP, EUA). Nestes estudos, a alteração óssea radiográfica média em torno de implantes extra-curtos de 4-mm suportando próteses parciais fixas na região posterior, do *baseline* (instalação da prótese) até 12 meses, foi de 0,43mm (CI: 0,31-0,59;  $p < 0,001$ ) e de 12 a 24 meses de 0,11mm (CI: 0,01-0,23;  $p < 0,056$ ). Um cálculo do poder amostral foi conduzido supondo não haver uma perda óssea cristal maior do que 0,3mm entre 1 e 2 anos de acompanhamento para os implantes de 4-mm. Esta hipótese foi testada com um poder de 80%, desvio-padrão de 0,3, ao valor de  $p < 0.05$ .

Supondo que 0,3 mm é o tamanho da diferença média na altura óssea considerada importante entre os grupos teste e controle, uma amostra de 17 (dezessete) pacientes por grupo seria necessária para detectar uma diferença como estatisticamente significativa (Tabela 1).

**Tabela 1.** Cálculo amostral considerando uma diferença média de 0,3 mm na altura da crista óssea como estatisticamente significativa (linha 2).

+-----+								
Alpha	Poder	N	N1	N2	Diferença	m1	m2	Dp
.05	.8	74	37	37	-0.2	8	7.8	.03
.05	.8	34	17•	17•	-0.3	8	7.7	.03
.05	.8	20	10	10	-0.4	8	7.6	.03
.05	.8	14	7	7	-0.5	8	7.5	.03
.05	.8	12	6	6	-0.6	8	7.4	.03
.05	.8	10	5	5	-0.7	8	7.3	.03
.05	.8	8	4	4	-0.8	8	7.2	.03
.05	.8	8	4	4	-0.9	8	7.1	.03
.05	.8	6	3	3	-1.0	8	7.0	.03
+-----+								

Devido às características específicas da amostra e de maneira a compensar esperadas taxas de desistências ou perdas do acompanhamento moderadas ao longo do estudo, o tamanho mínimo da amostra foi aumentado para 20 (vinte) pacientes por grupo, totalizando 40 participantes.

Como alguns parâmetros (por exemplo, complicações protéticas) sem evidências suficientes na literatura estão sendo avaliados como variáveis de desfecho secundárias, foi decidido aumentar o tamanho total da amostra para  $n = 25$  pacientes por grupo (total = 50), para assegurar a geração de dados válidos.



#### **4.4 Recrutamento e Seleção dos Pacientes**

Os pacientes foram triados a partir das Clínicas do Curso de Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

#### **4.5 Critérios de Elegibilidade**

##### **4.5.1 Critérios de Inclusão:**

Pacientes do gênero masculino e feminino com a mandíbula totalmente edêntula, de 40 a 75 anos de idade;

##### **4.5.2 Critérios de Exclusão:**

- Episódios prévios de falha de osseointegração de implantes na região de interesse;
- Áreas onde aumento ósseo tenha sido realizado;
- Espaço interarcos reduzida;
- Diabetes não compensada;
- Tabagismo pesado (> 10 cigarros/dia);
- Imunodeficiência;
- Radioterapia de cabeça e pescoço;
- Pacientes submetidos a tratamento com bisfosfonados;
- Doença periodontal ativa na dentição remanescente;
- Pobre higiene oral;

- Presença de cisto ou neoplasia na região de interesse;
- Presença de bruxismo do sono, diagnosticado pelo questionário validado da *American Academy of Sleep Medicine (AASM 2014)* (Anexo 3).

Os pacientes que atenderam ao Estágio 1 dos critérios de elegibilidade foram identificados como potenciais de serem incluídos no estudo e foram convidados a submeterem-se a uma radiografia panorâmica digital para o Estágio 2 do processo de seleção, como segue:

#### Critérios de Inclusão:

1) Pacientes com mandíbula severamente reabsorvida onde a altura óssea residual (entre 5- e 8-mm de osso acima do canal mandibular), observada na radiografia panorâmica digital, limita a terapia convencional com implantes;

2) Pacientes que não desejam ser submetidos a procedimentos de aumento ósseo.

#### Critérios de Exclusão:

1) Presença de bruxismo do sono, diagnosticado por meio do uso do dispositivo portátil Bruxoff® (Spes Medica s.r.l., Itália), que detecta a atividade eletrocardiográfica e eletromiográfica da musculatura mastigatória, características do bruxismo do sono.

Os pacientes que atenderam aos critérios de elegibilidade nos estágios 1 e 2 receberam duas cópias do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), o qual foi lido atenciosamente, devendo o pesquisador resolver as dúvidas existentes, e após foi assinado pelo participante da pesquisa, estando ele de acordo com o apresentado.

### **4.6. Planejamento Cirúrgico**

A etapa pré-instalação de implantes compreendeu as seguintes fases:

- Confecção de novas próteses totais convencionais

Os pacientes que foram incluídos na pesquisa foram submetidos à confecção de novas próteses totais convencionais superiores e inferiores, as quais foram confeccionadas em relação oclusal normal classe I esquelética de Angle, contatos oclusais em relação cêntrica e contatos bilaterais balanceados em protrusão e lateralidade.

- Avaliação médico-odontológica

Os pacientes responderam ao questionário online Google Forms® como forma de avaliação do estado geral de saúde, permitindo diagnóstico de possíveis alterações sistêmicas ou locais que podiam ou não interferir no tratamento odontológico.

- Duplicação da prótese total inferior e confecção de guia tomográfica

A nova prótese total inferior foi duplicada em resina acrílica ativada quimicamente (RAAQ) no interior de uma duplicadora e, nas regiões dos dentes 33, 43, 36 e 46, foi colocada guta-percha como material radiopaco (Figura 6).





**Figura 6.** Guia tomográfico obtido através da duplicação da prótese do paciente, confeccionado de resina acrílica e guta-percha na região dos dentes 46, 43, 33 e 36. Fonte: Projeto de Pesquisa ITI – UFSC.

- Exame da tomografia de feixe cônico e planejamento cirúrgico

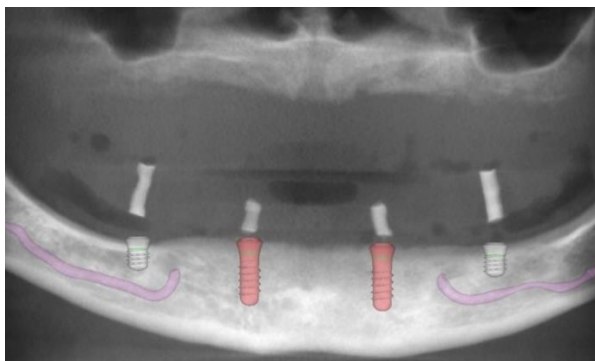
O paciente foi orientado quanto ao uso da guia tomográfica e foi encaminhado para obtenção da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) na clínica radiográfica (Márcio Correa Radiologia Odontológica, Florianópolis-SC). O tomógrafo utilizado foi o Prexion 3D® (San Mateo, EUA) (Figura 7), ajustado em 90kvp e 4mA em tempo de exposição de 19s. O campo de visão (FOV-*field of view*), foi limitado em 5,6 cm e resolução de imagem (voxel) de 0,1mm. A obtenção dos exames foi realizada de maneira padronizada para todos os pacientes da pesquisa.



**Figura 7.** Aparelho tomógrafo Prexion 3D o mesmo utilizado na obtenção de exames por imagem na pesquisa. Fonte: Google- Perboyre Castelo.

O arquivo em formato “*dicom*” do exame foi enviado por correio eletrônico para os investigadores da pesquisa, os quais o abriam no programa coDiagnostix™ (Dental Wings, Canadá) para planejamento da cirurgia de implantes. Os sítios de eleição para os implantes (43, 33, 46 e 36), independente do grupo experimental a que o paciente seria randomicamente alocado posteriormente, foram analisados individualmente no programa por um único examinador, calibrado e diferente do operador, e os implantes extra-curtos (4-mm) foram planejados virtualmente na região dos primeiros molares inferiores, enquanto implantes convencionais ( $\geq 8$ -

mm) foram planejados virtualmente na região dos caninos (Figura 8).



**Figura 8.** Imagem de corte panorâmico obtida após o planejamento digital, onde foram instalados virtualmente os implantes guiados pela guta-percha presente no guia tomográfico. Fonte: Projeto de Pesquisa ITI – UFSC.

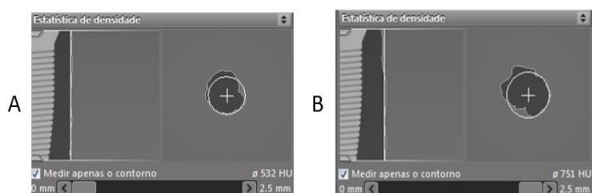
#### 4.6.1. Avaliação da Qualidade Óssea Tomográfica

A qualidade óssea radiográfica foi analisada por três diferentes métodos: densidade óssea tomográfica no software Codiagnostix, densidade óptica no Software ImageJ e qualidade óssea visual.

##### 4.6.1.1. Avaliação da Densidade Óssea Tomográfica – Software coDiagnostix™

Para cada exame tomográfico dos participantes da pesquisa, e independente do grupo experimental ao qual estes seriam alocados *a posteriori*, uma única examinadora (Tarla Oliveira) realizou a análise da densidade óssea média, em Unidades Hounsfield (HU), nas 4 regiões (43, 33, 46 e 36) onde os

implantes foram virtualmente colocados no programa coDiagnostix™, por meio da ferramenta que mede as densidades ósseas médias em dois diâmetros concêntricos diferentes ao redor do centro virtual do implante - 0mm e 2,5mm, como ilustrado na (figura 9).

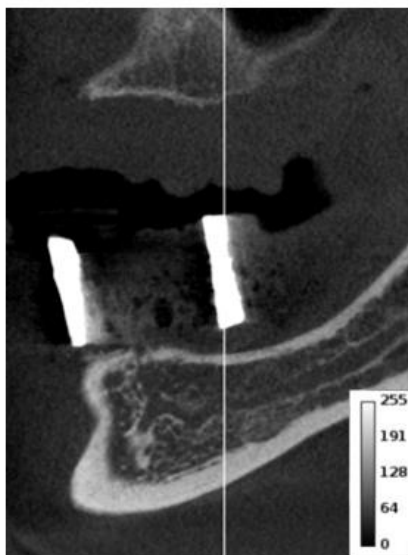


**Figura 9.** Imagem das densidades médias medidas em 0mm (A) e 2,5 mm (B).  
Fonte: Projeto de Pesquisa ITI-UFSC.

Os valores de densidade óssea medidas em unidades Hounsfield (HU) das regiões do 33 e 43 foram agrupadas e sua média anotada como região anterior. Da mesma forma, os valores de densidade óssea medidas em unidades Hounsfield (HU) das regiões do 36 e 46 foram agrupadas e a sua média anotada como região posterior. A examinadora anotou as informações de densidade óssea em um formulário eletrônico no Google Forms® (Anexo 4) para cada um dos implantes colocados virtualmente. A densidade média das regiões anterior e posterior em 0mm e 2,5mm foi anotada e o valor mantido em sigilo para não influenciar a decisão do operador no momento da cirurgia.

#### 4.6.1.2. Avaliação da Densidade Óptica Tomográfica – Software ImageJ®

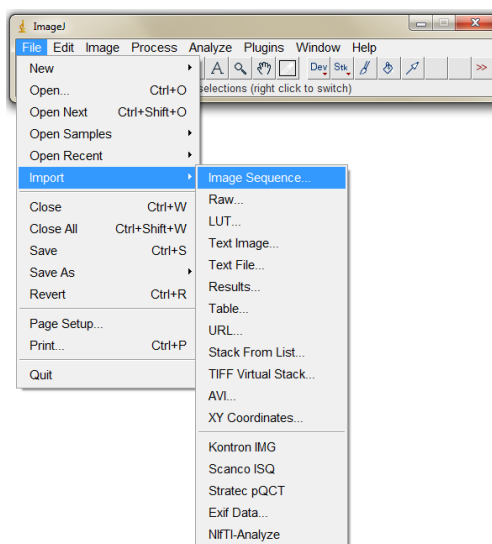
A densidade óptica foi analisada no programa ImageJ®, em três cortes radiográficos (axial, coronal e sagital). A metodologia desta etapa do trabalho baseou-se no trabalho de TRICHES (2013). Em função dos níveis de cinza das imagens disponíveis, foi realizado um cálculo matemático, ao qual todas as imagens foram convertidas para 8bits (256 níveis de cinza). Desta forma, foi possível padronizar os valores de níveis de cinza, que variam numa escala de 0 a 255 (figura 10), onde 0 representa valores escuros dentre os níveis de cinza da imagem, que correspondem à menor atenuação dos feixes de raios-x no momento da exposição, e 255 representa valores claros a brancos dentre os níveis de cinza, que correspondem à maior atenuação dos feixes de raios-x, dependendo do tipo do tecido irradiado. Foi utilizado um único computador com o mesmo mouse.



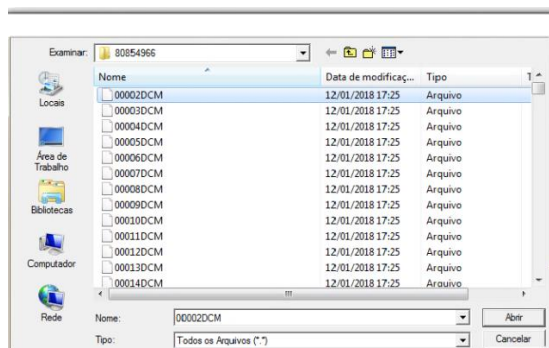
**Figura 10.** Classificação da escala de níveis de cinza nas tomografias. Fonte: Projeto de Pesquisa ITI-UFSC

#### 4.6.1.2.1. Análise da Densidade óptica no corte Axial

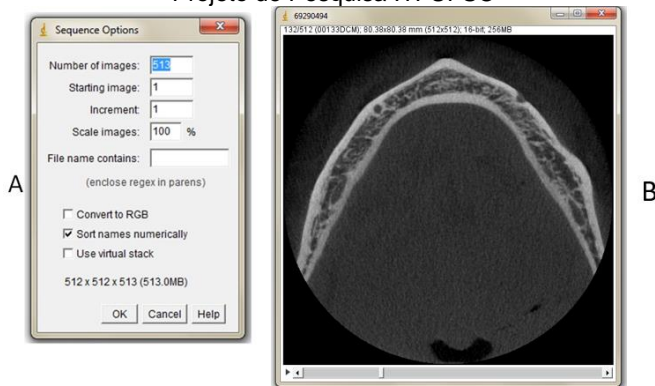
No programa ImageJ®, selecionou *file> Import Sequence* (Figura 11); abriu-se uma janela para seleção do arquivo “dicom” (Figura 12). Após a escolha do arquivo, selecionou-se as opções de ajuste da sequência de imagens e clicou-se em *ok* (Figura 13 A).



**Figura 11.** Ferramentas para importação dos arquivos “dicom” para reconstrução da imagem tomográfica. Fonte: Projeto de Pesquisa ITI-UFSC.



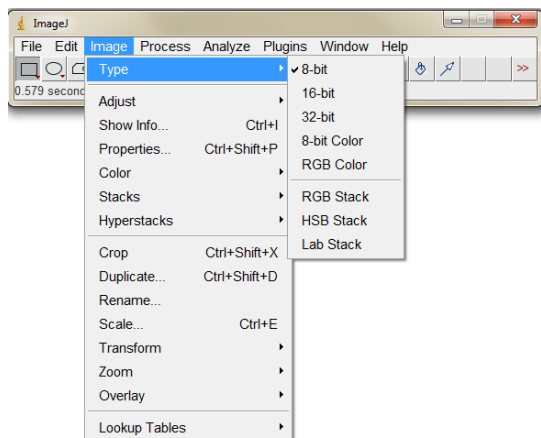
**Figura 12.** Janela para seleção da sequência de arquivos “.dicom”. Fonte: Projeto de Pesquisa ITI-UFSC



**Figura 13.** Ajustes da reconstrução à esquerda (A) e imagem reconstruída à direita (B). Fonte: Projeto de Pesquisa ITI-UFSC.

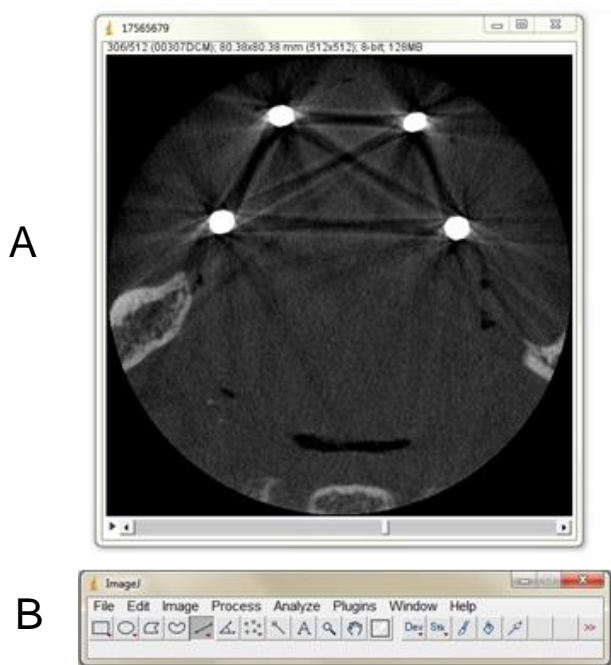
A sequência de imagens de corte axial foi aberta automaticamente (Figura 13-B), utilizando os comandos *image > Type > 8bit*, padronizou-se a imagem em 8bits (Figura 14).





**Figura 14.** Seleção de imagem em 8 bits. Fonte: Projeto de Pesquisa ITI-UFSC.

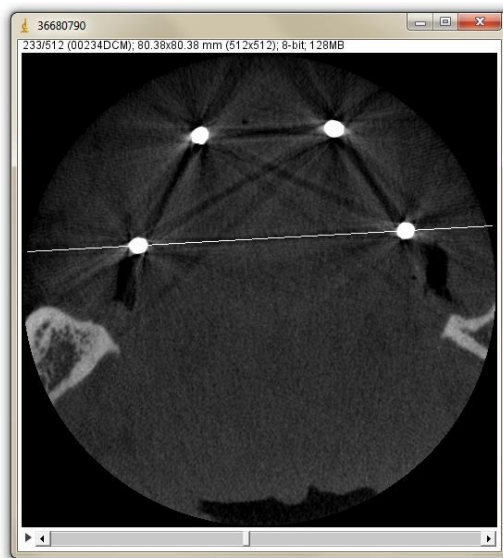
Escolheu-se um corte axial que mostrava as 4 guta perchas no seu maior diâmetro (Figura 15 A). Selecionou-se a ferramenta *Straight* (Figura 15 B).



**Figura 15.** Corte axial que mostra todas a gutas e seleção da ferramenta para realizar a reta.

Fonte: Projeto de Pesquisa ITI-UFSC.

Foi desenhada uma reta unindo as duas guta-perchas posteriores do lado esquerdo e direito (Figura 16). O mesmo repetiu-se na região anterior. A reta foi fixada na imagem através do comando *control D*.



**Figura 16.** Reta fixada na imagem unindo as gutas-perchas posteriores. Fonte: Projeto de Pesquisa ITI-UFSC.

Selecionou-se outro corte da imagem em que se observa a extensão da mandíbula, esse corte foi padronizado de forma que aparecesse a saída dos dois forames mentonianos (Figura 17).



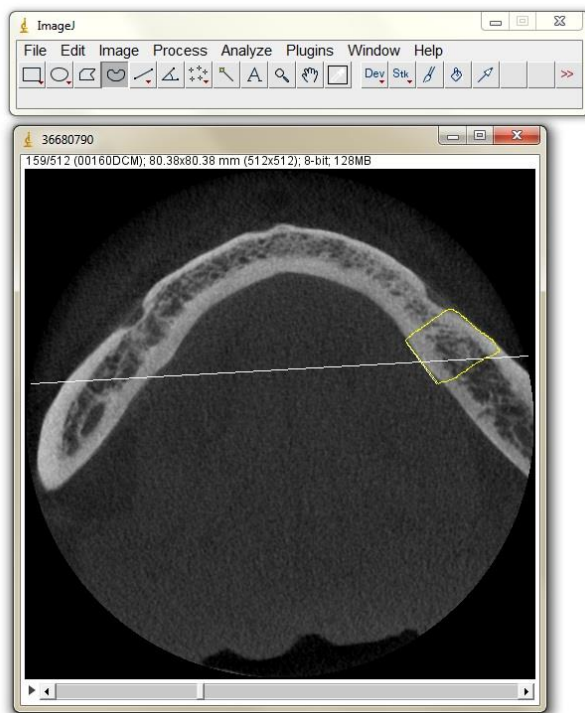
**Figura 17.** Imagem completa da mandíbula na região em que serão colocados os implantes. Fonte: Projeto de Pesquisa ITI-UFSC.

Foi traçado uma reta (cuja medida o programa informa instantaneamente) de comprimento igual ao da medida da localização do implante em questão (Figura 18). Esta linha foi fixada na imagem usando o comando *control D*.



**Figura 18.** Reta traçada perpendicular à reta referência que uniu as guta perchas. Fonte: Projeto de Pesquisa ITI-UFSC.

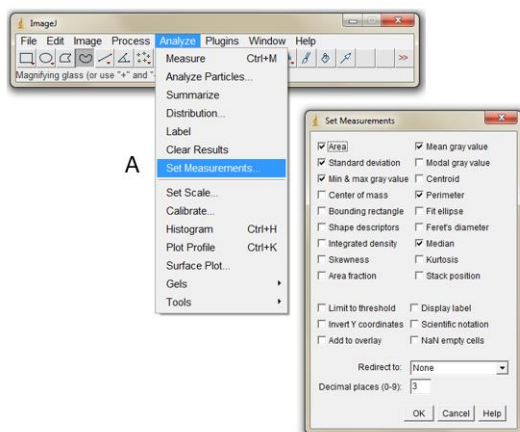
Foi selecionada a ferramenta *Wand (tracing)* (Figura 19) para delimitar a área de interesse ou ROI (*region of interest*), com a qual era contornada a imagem no rebordo no limite externo das corticais com o comprimento de 8mm dado pela linha de referência marcada ao lado do rebordo, sendo que a figura geométrica formada tinha seu perímetro fechado com as outras duas faces cruzando perpendicularmente sobre a imagem do osso medular.



**Figura 19.** ROI (perímetro em amarelo) no corte axial para medição da densidade óptica.

Fonte: Projeto de Pesquisa ITI-UFSC.

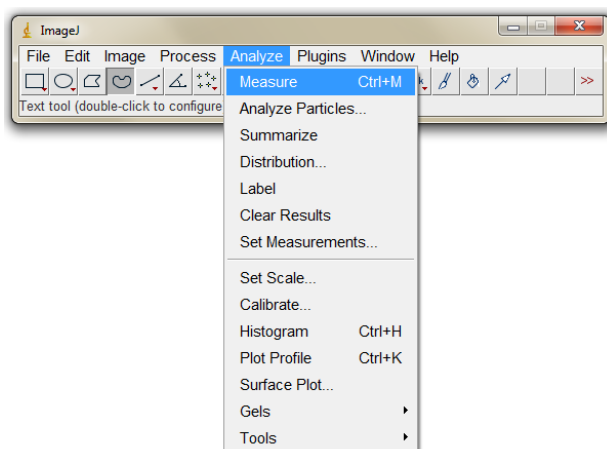
Então, eram determinadas quais as medições que seriam realizadas pelo programa selecionando-se o caminho *Analyze > Set measurements* (Figura 20).



**Figura 20.** Seleção da ferramenta *Analyze* (A). Abriu-se automaticamente a janela *Set measurements* (B) com as opções dos dados a serem calculados pelo programa.

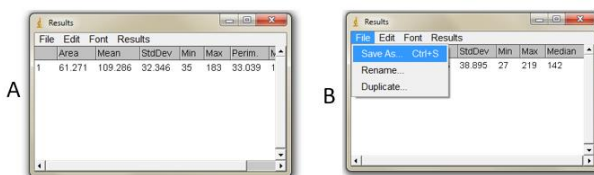
Fonte: Projeto de Pesquisa ITI-UFSC.

Os dados eram calculados pelo programa realizando o comando *control M* ou selecionando-se o caminho *Analyze > Measure* (Figura 21).



**Figura 21.** Ferramenta que calcula os dados automaticamente. Fonte: Projeto de Pesquisa ITI-UFSC.

Os dados eram registrados em uma tabela própria do ImageJ® (Figura 22A). A partir desta, os dados eram transferidos para uma planilha no Excel® através do comando *File> Save As* (Figura 22B).



**Figura 22.** Ferramenta de registros dos dados pelo ImageJ®. Fonte: Projeto de Pesquisa ITI-UFSC.



O processo foi executado para cada uma das regiões de eleição para os implantes (33, 43, 36 e 46), até que fossem realizadas todas as medições de densidade óptica do corte axial.

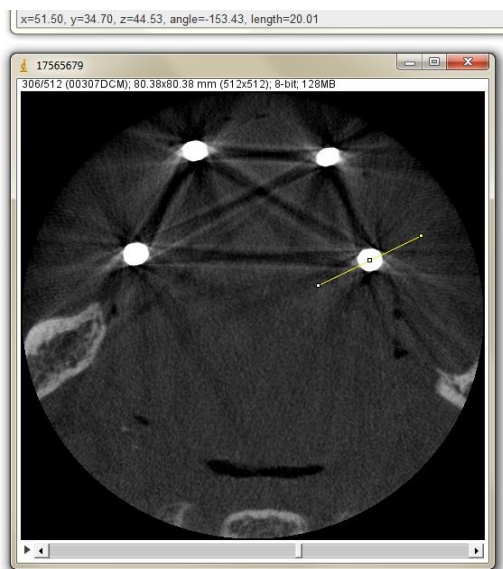
#### 4.6.1.2.2. Análise da Densidade óptica no corte Coronal

No programa ImageJ®, selecionou *file> Import Sequence* (Figura 11); abriu-se uma janela para seleção do arquivo “*dicom*” (Figura 12). Após a escolha do arquivo, selecionou-se as opções de ajuste da sequência de imagens e clicou-se em *ok* (Figura 13).

A sequência de imagens de corte sagital foi aberta automaticamente (Figura 13-B). Utilizando os comandos *image > Type > 8bit*, padronizou-se a imagem em *8bits* (Figura 14).

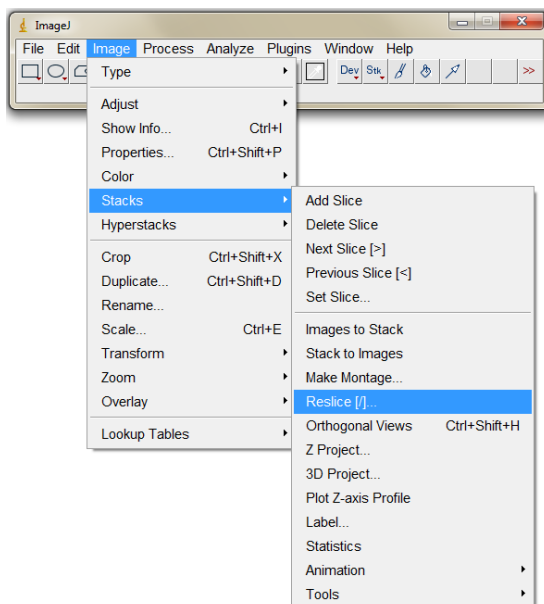
Escolheu-se um corte axial que mostrava as 4 guta-perchas no seu maior diâmetro (figura 15 A). Selecionou-se a ferramenta *Straight* (Figura 15 B).

Foi traçado uma linha reta perpendicular ao rebordo (cuja medida o programa informa instantaneamente) de comprimento 20 mm no centro da guta-percha, sendo seu sentido de vestibular para lingual (Figura 22).

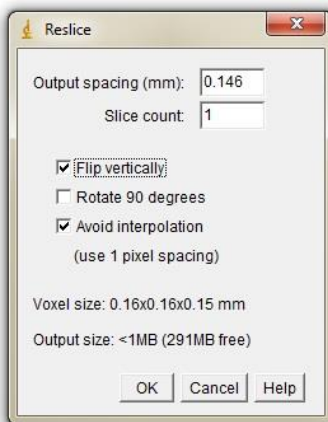


**Figura 23.** Reta perpendicular ao rebordo traçando o centro da guta percha.  
Fonte: Projeto de Pesquisa ITI-UFSC.

Para a reconstrução do corte coronal, a partir da reta delimitada anteriormente, foi selecionado o comando *Image > Stacks > Reslice [/]* (Figura 24).

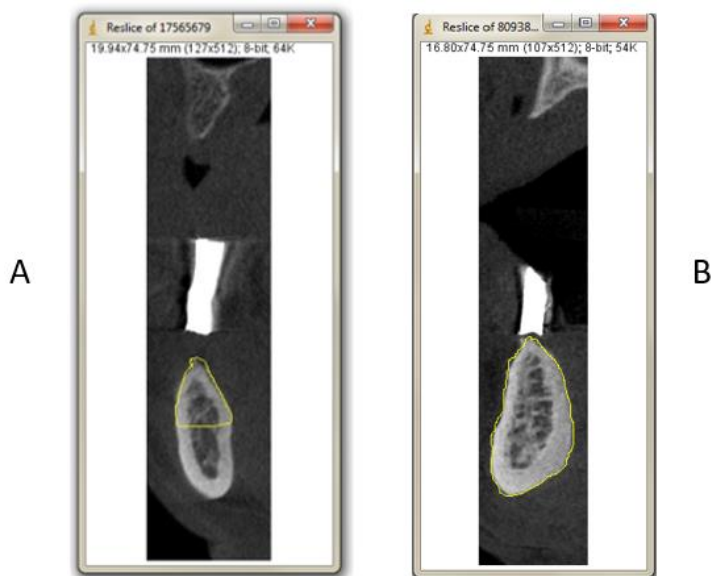


**Figura 24.** Sequência de comandos para reconstrução do corte coronal de interesse. Fonte: Projeto de Pesquisa ITI-UFSC.



**Figura 25.** Imagem automática para selecionar a posição da imagem a ser formada, selecionar *flip verticaly* e clicar em ok. Fonte: Projeto de Pesquisa ITI-UFSC.

Automaticamente foi reconstruída a imagem do corte coronal em outra janela. Foi selecionada a ferramenta *Wand* (*tracing*) para delimitar a área de interesse ou ROI (*region of interest*) (Figura 25), a qual era contornada a imagem do rebordo no limite externo das corticais com a altura em posterior até a cortical superior do canal mandibular (figura 26 A) e em regiões anteriores foi contornada toda a extensão óssea (Figura 26 B).



**Figura 26.** Imagens no corte coronal construída para análise. Fonte: Projeto de Pesquisa ITI-UFSC.

Então, era determinado quais as medições que seriam realizadas pelo programa selecionando-se o caminho *Analyze > Set measurements* (Figura 20).

Os dados eram calculados pelo programa realizando o comando *control M* ou selecionando-se o caminho *Analyze > Measure* (Figura 21).

Os dados eram registrados em uma tabela própria do ImageJ® (Figura 22 A). A partir desta, os dados eram transferidos para uma planilha no Excel® através do comando *File> Save As* (Figura 22 B).

O processo foi executado para cada uma das regiões de eleição para os implantes (33, 43, 36 e 46), até que fossem realizadas todas as medições de densidade óptica do corte coronal.

#### 4.6.1.2.3. Análise da Densidade óptica no corte Sagital

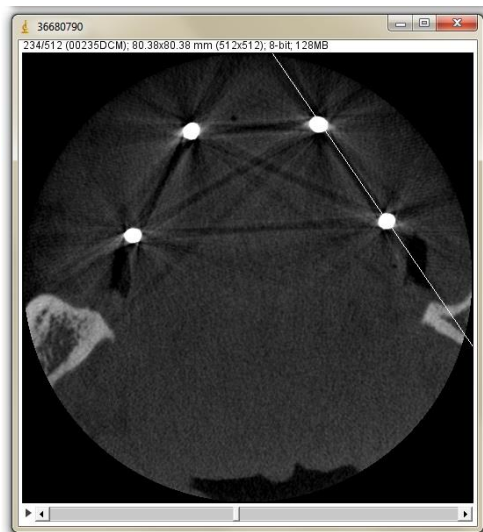
No programa ImageJ®, selecionou *file> Import Sequence* (Figura 11); abriu-se uma janela para seleção do arquivo “*dicom*” (Figura 12), após a escolha do arquivo, selecionou-se as opções de ajuste da sequência de imagens e clicou-se em *ok* (Figura 13 A).

A sequência de imagens de corte sagital foi aberta automaticamente (Figura 13-B), utilizando os comandos *image > Type > 8bit*, padronizou-se a imagem em *8bits* (Figura 14).

Escolheu-se um corte axial que mostrava as 4 guta-perchas no seu maior diâmetro (Figura 15 A). Selecionou-se a ferramenta *Straight* (Figura 15 B).

A seguir, foi realizada uma reta de referência unindo as duas guta-perchas do mesmo lado (Figura 27). O mesmo se repetiu

na região anterior. A reta foi fixada na imagem através do comando *control D*.



**Figura 27.** Reta de referência traçada para identificar as guta perchas. Fonte: Projeto de Pesquisa ITI-UFSC.

Selecionou-se outro corte da imagem em que se observa a extensão da mandíbula. Este corte foi padronizado de forma que aparecesse a maior extensão óssea da mandíbula (Figura 28). Paralelo à reta de referência foi traçado uma reta no centro da mandíbula.



**Figura 28.** Retas traçadas paralelas. Fonte: Projeto de Pesquisa ITI-UFSC.

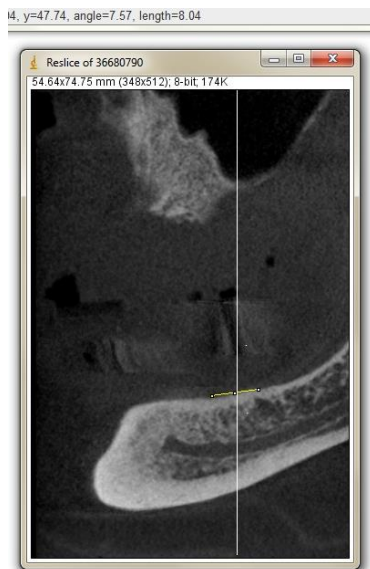
Para a reconstrução do corte sagital, a partir da reta delimitada anteriormente, foi selecionado o comando *Image > Stacks > Reslice [I]* (Figura 23). Automaticamente formou-se a imagem do corte sagital (Figura 29).



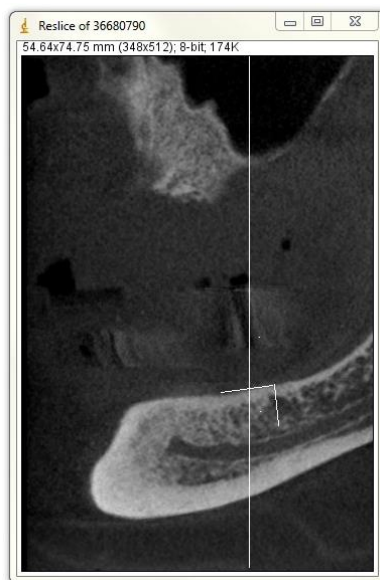
**Figura 29.** Corte sagital com a linha de referência da guta percha traçada anteriormente. Fonte: Projeto de Pesquisa ITI-UFSC.

Foi traçado uma reta (cujo a medida o programa informa instantaneamente) de comprimento igual ao da medida da localização do implante em questão (Figura 30). Esta linha foi fixada na imagem usando o comando *control D*.



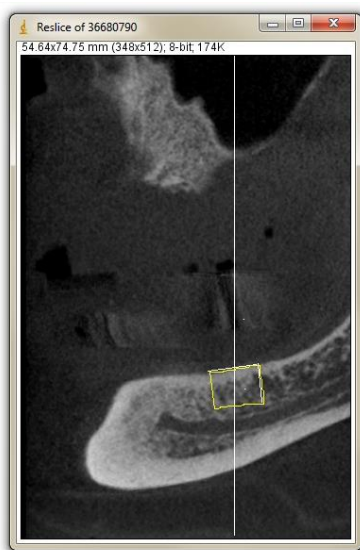


**Figura 30.** Reta traçada (de 8mm de comprimento) perpendicular à reta referência. Fonte: Projeto de Pesquisa ITI-UFSC.



**Figura 31.** Reta traçada (de 6mm de comprimento) paralela à reta referência.  
Fonte: Projeto de Pesquisa ITI-UFSC.

Foi selecionado a ferramenta *Wand (tracing)* (Figura 18) para delimitar a área de interesse ou ROI (*region of interest*), com a qual era contornada a imagem no rebordo no limite externo das corticais com o comprimento de 8mm dado pelas linhas de referência marcada no rebordo (Figura 31), sendo que a figura geométrica formada tinha seu perímetro fechado com as outras duas faces cruzando perpendicularmente sobre a imagem do osso medular.



**Figura 32.** ROI delimitado para análise automática. Fonte: Projeto de Pesquisa ITI-UFSC.

Então era determinado quais as medições que seriam realizadas pelo programa selecionando-se o caminho *Analyze > Set measurements* (Figura 20).

Os dados eram calculados pelo programa realizando o comando *control M* ou selecionando-se o caminho *Analyze > Measure* (Figura 21)

Os dados eram registrados em uma tabela própria do ImageJ® (Figura 22 A). A partir desta, os dados foram transferidos para uma planilha no Excel® através do comando *File> Save As* (Figura 22 B).

O processo foi executado para cada uma das regiões de eleição para os implantes (33, 43, 36 e 46), até que fossem realizadas todas as medições de densidade óptica do corte sagital.

Um formulário eletrônico com as informações de densidade óptica de cada uma das regiões eletivas para colocação dos implantes (anterior x posterior bilateral), elaborado no Google Forms® (Anexo 5), foi preenchido. A densidade óptica média foi anotada e o valor também mantido em sigilo para não influenciar a decisão do operador no momento da cirurgia.

#### 4.6.1.3. Avaliação da Qualidade Óssea Radiográfica Visual

A metodologia desta etapa do trabalho também foi baseada no trabalho de Triches (2013). As imagens dos cortes parassagittais dos sítios de eleição para colocação dos implantes foram avaliadas por um único radiologista independente (Dr. Vinicius Dutra), que classificou visualmente cada imagem recebida de acordo com a classificação óssea proposta por Lekholm & Zarb (1985). As imagens foram codificadas e enviadas ao radiologista em ordem aleatória para não haver indução no momento da classificação (cegamento). Este, por sua vez, classificou as imagens dos cortes parassagittais dos sítios anteriores e posteriores em osso tipo I, II, III ou IV e anotou em uma tabela específica (Anexo 5).

- Solicitação de exames de sangue

Os exames laboratoriais requisitados foram o hemograma completo e glicemia em jejum. Para casos de doenças específicas, foram requisitados exames complementares quando necessário.

- Medicação pré-operatória

A medicação utilizada pelos pacientes como pré-operatória foi Amoxicilina 500mg, via oral, 4 comprimidos, 1 hora antes do procedimento, além de Piroxicam (Cicladol) 20mg, 1 comprimido via oral, 1 hora antes do procedimento. Aos pacientes que apresentassem alergia a essas medicações, foi administrada Clindamicina 600mg, via oral, e Ibuprofeno 600mg via oral.

- Verificação dos sinais vitais: pressão arterial, frequência cardíaca e respiratória

Os sinais vitais do paciente foram avaliados antes da cirurgia por meio do estetoscópio com esfigmomanômetro e do oxímetro digital. Caso os sinais estivessem fora dos padrões de normalidade, o procedimento era adiado.

- Randomização e alocação dos pacientes (Grupo Teste vs. Grupo Controle)

A randomização foi realizada através de sorteio. Foram confeccionados 25 cartões, medindo 4 cm x 10 cm, com a palavra “teste” e outros 25 cartões com a palavra “controle”. Os cartões foram inseridos em envelopes opacos, de mesma cor, devidamente lacrados e misturados. A alocação dos pacientes em cada um dos

grupos permaneceu em sigilo até o momento da instalação dos implantes (T1), quando um envelope foi escolhido aleatoriamente e aberto por uma pessoa não participante do estudo. Antes da colocação dos implantes (T1), o grupo ao qual o paciente foi alocado era então revelado tanto para o paciente quanto para o operador. Os pacientes foram alocados em dois grupos experimentais, de acordo com o número de implantes, que são responsáveis por reter uma prótese total removível.

#### Grupo teste:

Dois implantes convencionais ( $\geq 8\text{mm}$ ) na região anterior (regiões do 33 e 43) e dois implantes curtos (4-mm) na região posterior (regiões 36 e 46), acima do canal mandibular ( $n = 25$ ) (Figura 33).



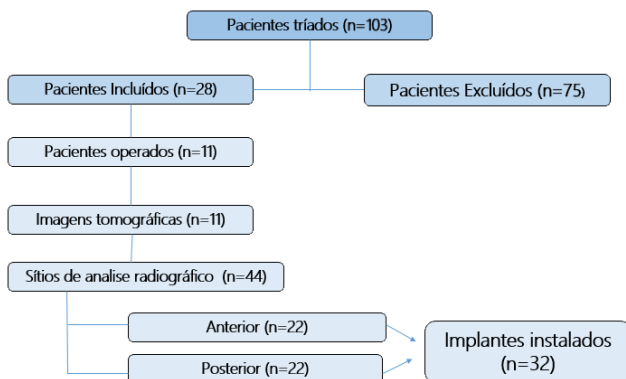
**Figura 33.** Posicionamento dos implantes para os pacientes do grupo teste (T).  
Fonte: Projeto de Pesquisa ITI-UFSC.

Grupo Controle:

Dois implantes convencionais ( $\geq 8$ -mm) na região anterior (regiões do 33 e 43) apenas ( $n = 25$ ).

## 5. RESULTADOS

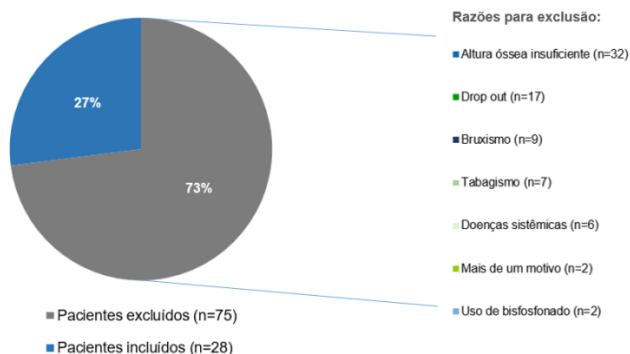
Foram triados 103 (cento e três) pacientes nas clínicas do Curso de Graduação em Odontologia da UFSC no período entre 2016-2018. Destes, 75 (sessenta e cinco) pacientes foram excluídos, pois não atenderam aos critérios de elegibilidade, enquanto 28 (vinte e oito) pacientes foram incluídos na pesquisa e iniciaram o tratamento. Dos pacientes que incluídos 11 (Onze) realizaram a tomografia e foram operados, sendo analisadas 44 (Quarenta e quatro) sítios radiográficos, destes 22 (vinte e dois) anteriores e 22 posteriores, e ao todo foram instalados 32 (trinta e dois) implantes. O fluxograma do processo de recrutamento e do tratamento dos pacientes encontra-se detalhado nas (Figuras 34 e 35).



**Figura 34.** Fluxograma dos estágios dos pacientes no estudo. Fonte: Projeto de Pesquisa ITI-UFSC.

Dos 11 pacientes da pesquisa que realizaram cirurgia de implantes, 05 (seis) deles foram alocados de modo randomizado no grupo controle, enquanto outros 06 (seis) foram alocados para o grupo teste. Ao todo, 32 implantes foram colocados, sendo 24 convencionais ( $\geq 8$ -mm) na região anterior, e 10 extra-curtos (4-mm) na região posterior.





**Figura 35.** Resultado do processo de triagem e motivos para exclusão. Fonte: Projeto de Pesquisa ITI-UFSC.

## 5.1. Qualidade Óssea Radiográfica

Quarenta e quatro imagens (22 anteriores, 22 posteriores) de 11 pacientes estiveram disponíveis para a avaliação da qualidade óssea radiográfica. Um (01) paciente foi submetido à cirurgia para instalação de implantes e foi randomicamente alocado no grupo teste (4 implantes). No entanto, os dados deste paciente não estiveram disponíveis em tempo para este trabalho, tanto para avaliação radiográfica (radiologista) quanto para avaliação clínica.

### 5.1.1. Densidade Óssea Tomográfica - coDiagnostix™

As densidades ósseas médias para cada uma das regiões (anterior e posterior) estão expressas na (Tabela 2). Os resultados mostraram não haver diferença estatisticamente significativa ( $p <$

0,05) nos valores para a região anterior (33 e 43) e posterior (36 e 46).

**Tabela 2.** Densidade óssea obtida pelo programa de planejamento cirúrgico digital, divididas em região anterior ( $n = 22$ ) e posterior ( $n = 22$ ).

Região	Anterior	Posterior
Densidade (HU)	552,82 $\pm$ 3,25	428,45 $\pm$ 19,90

\*estatisticamente significativo ( $p < 0,05$ ). *Teste t de Student*.

### 5.1.2. Resultados da Densidade Óptica Radiográfica (Níveis de Cinza) – ImageJ®

Os resultados das densidades ósseas médias para cada uma das regiões de eleição para a instalação dos implantes nos sentidos axial, sagital e coronal estão expressos nas Tabelas 3, 4 e 5, respectivamente. Houve uma diferença estatisticamente significativa ( $p = 0,002$ ) nos valores de níveis de cinza, no corte *axial*, entre a região anterior (33 e 43) e posterior (36 e 46) da mandíbula (Tabela 3).

**Tabela 3.** Densidade óptica obtida pelo programa ImageJ®, medidas em cada região, no corte axial (valores expressos na escala  $\times 10^3$ ).

	Anterior	Posterior
Níveis de cinza (média $\pm$ d.p.) (min-máx)	122,93 $\pm$ 13,70 (41,59 -252,86)	110,03 $\pm$ 11,58 (35,32-255,00)
Área (média $\pm$ d.p)	68,30 $\pm$ 21,25	78,10 $\pm$ 19,48
Perímetro (média $\pm$ d.p)	13,70 $\pm$ 4,82	36,73 $\pm$ 4,95

\* estatisticamente significativo ( $p < 0,05$ ). *Teste t de Student.*

Nos cortes *sagittais*, houve uma diferença estatisticamente significativa ( $p = 0,002$ ) nos valores de níveis de cinza entre a região anterior (33 e 43) e posterior (36 e 46) da mandíbula (Tabela 4).

**Tabela 4.** Densidade óptica obtida pelo programa ImageJ®, medidas em cada região, no corte sagital (valores expressos na escala  $\times 10^3$ ).

	Anterior	Posterior
Níveis de cinza (média $\pm$ d.p.) (min-máx)	108,14 $\pm$ 12,76 (39,18-253,09)	93,90 $\pm$ 15,77 (38,41-252,55)
Área (média $\pm$ d.p)	107,81 $\pm$ 8,75	45,80 $\pm$ 5,92
Perímetro (média $\pm$ d.p)	43,97 $\pm$ 1,84	27,53 $\pm$ 1,50

\* estatisticamente significativo ( $p < 0,05$ ). *Teste t de Student.*

Nos cortes *coronais*, houve uma diferença estatisticamente significativa ( $p = 0,001$ ) nos valores de níveis de cinza entre a região anterior (33 e 43) e posterior (36 e 46) da mandíbula (Tabela 5).

**Tabela 5.** Densidade óptica obtida pelo programa ImageJ®, medidas em cada região, no corte coronal (valores expressos na escala  $\times 10^3$ ).

	Anterior	Posterior
Níveis de cinza (média $\pm$ d.p.) (min-máx)	127,00 $\pm$ 10,00* (37,18-216,95)	107,80 $\pm$ 12,82 (36,86-187,45)
Área (média $\pm$ d.p)	171,98 $\pm$ 49,45	68,57 $\pm$ 25,41
Perímetro (média $\pm$ d.p)	54,60 $\pm$ 7,73	34,02 $\pm$ 6,63

\* estatisticamente significativo ( $p < 0,05$ ). *Teste t de Student*.

Na avaliação geral dos níveis de cinza (média entre os cortes axial, sagital e coronal) dos sítios anteriores (33 e 43) e posteriores (36 e 46), a análise estatística revelou uma diferença estatisticamente significativa ( $p = 0,001$ ).

**Tabela 6.** Densidade óptica obtida pelo programa ImageJ® (geral)  
(valores expressos na escala  $\times 10^3$ ).

	Anterior	Posterior	Nível de significância
Níveis de cinza (média $\pm$ d.p.) (min-máx)	119,15 $\pm$ 10,89* (39,32–240,97)	103 $\pm$ 12,09 (36,86-231,67)	$p < 0,001$
Área (média $\pm$ d.p)	116,04 $\pm$ 21,48	64,16 $\pm$ 13,00	
Perímetro (média $\pm$ d.p)	44,16 $\pm$ 3,77	32,76 $\pm$ 3,54	

\* estatisticamente significativo ( $p < 0,05$ ). *Teste t de Student*.

### 5.1.3. Resultados da Qualidade Óssea Visual (Radiologista)

Os resultados da qualidade óssea nos sítios de colocação dos implantes, avaliadas visualmente em cortes parassagitais da tomografia computadorizada por um radiologista experiente, e obedecendo à classificação de Lekholm & Zarb (1985), estão expressos na (Tabela 7).

**Tabela 7.** Distribuição da qualidade óssea visual dos cortes parassagittais nos sítios anteriores e posteriores obtidas por radiologista (Lekholm & Zarb 1985).

Qualidade óssea radiográfica <sup>§</sup>	Anterior	Posterior
Tipo I	9,1% ( $n = 2$ )	5% ( $n = 1$ )
Tipo II	81,8% ( $n = 18$ )	59% ( $n = 13$ )
Tipo III	9,1% ( $n = 2$ )	36% ( $n = 8$ )
Tipo IV	0% ( $n = 0$ )	0% ( $n = 0$ )

§ Teste qui-quadrado.

## 5.2. Resultados da Qualidade Óssea Clínica

Trinta e dois implantes foram instalados (22 convencionais e 10 extra-curtos). Os resultados da qualidade óssea intra-cirúrgica nos sítios de colocação dos implantes, registrados pelo mesmo operador, estão expressos na Tabela 8:

**Tabela 8.** Distribuição da qualidade óssea clínica nos sítios anterior ( $n = 22$ ) e posterior ( $n = 10$ ) obtida durante as cirurgias de colocação de implante, de acordo com a classificação de Lekholm & Zarb (1985).

Qualidade óssea clínica <sup>§</sup>	Anterior	Posterior
Tipo I	5% ( $n = 1$ )	0% ( $n = 0$ )
Tipo II	60% ( $n = 12$ )	36% ( $n = 3$ )
Tipo III	35% ( $n = 9$ )	55% ( $n = 6$ )
Tipo IV	0% ( $n = 0$ )	9% ( $n = 1$ )

§ Teste qui-quadrado.

### 5.3. Correlação entre os métodos:

A correlação entre os diferentes métodos de avaliação da qualidade óssea foi testada pelo teste de Correlação de Spearman e está representada na (Tabela 11).

**Tabela 9.** Correlação entre todos os métodos de avaliação.

	<b>CoDiagnostix™</b>	<b>ImageJ®</b>	<b>Radiologista</b>	<b>Clínico</b>
<b>CoDiagnostix™</b>	-	<b>Forte</b> ( $r = 0,744$ ) ( $p < 0,001$ )**	<b>Moderado</b> ( $r = -0,419$ ) $p = 0,005$ **	<b>Moderado</b> ( $r = -0,412$ ) $p = 0,019$ *
<b>ImageJ®</b>	<b>Forte</b> ( $r = 0,744$ ) $p < 0,001$ **	-	<b>Moderado</b> ( $r = -0,458$ ) $p = 0,002$ **	<b>Moderado</b> ( $r = -0,319$ ) $p = 0,027$ *
<b>Radiologista</b>	<b>Moderada</b> ( $r = -0,419$ ) $p = 0,005$ **	<b>Moderada</b> ( $r = -0,458$ ) $p = 0,002$ **	-	Fraca ( $r = 0,177$ ) $p = 0,333$
<b>Clínico</b>	<b>Moderada</b> ( $r = -0,412$ ) $p = 0,019$ *	<b>Moderada</b> ( $r = -0,319$ ) $p = 0,027$ *	<b>Fraca</b> ( $r = 0,177$ ) $p = 0,333$	-

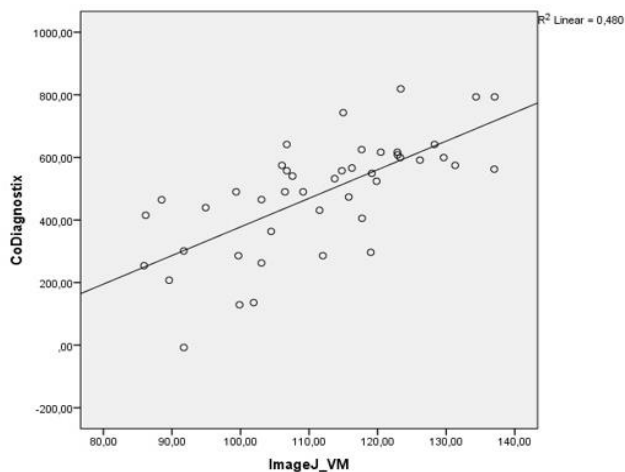
Correlações ( $r$ ):  $<0,3$ : fraca;  $0,3 - 0,5$ : moderada;  $>0,5$ : forte.

\* Correlação significativa ( $p < 0,05$ ).

\*\* Correlação significativa ( $p < 0,01$ ).

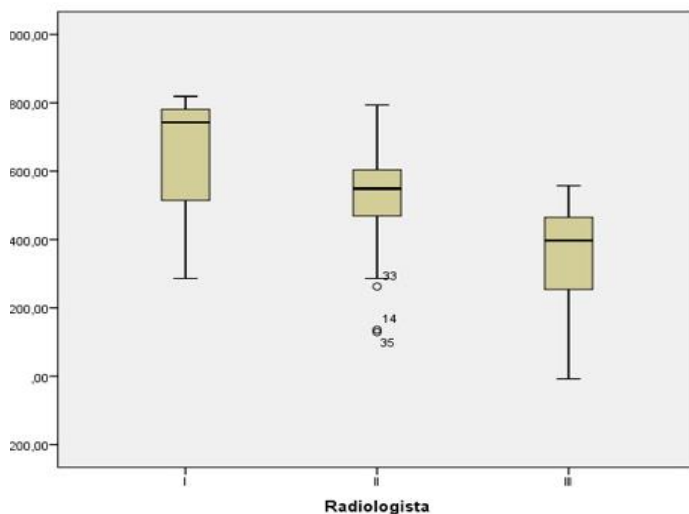
A correlação entre a densidade óssea medida no programa CoDiagnostix™ e a densidade óptica medida no software ImageJ® está expressa na (Figura 36), onde observa-se uma reta linear crescente. A correlação entre os dois programas foi positiva, ou seja, quando o valor de uma variável aumenta, o valor da outra também aumenta. Observamos também que, em alguns sítios, os valores para o coDiagnostix™ e o ImageJ® foram iguais na reta, mostrando assim uma forte correlação entre esses dois programas de análise de imagem radiográfica.





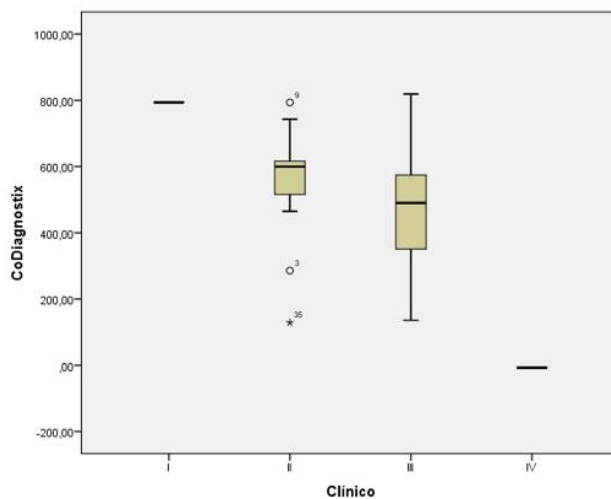
**Figura 36.** Gráfico de correlação entre os programas CoDiagnostix™ e ImageJ®.

Abaixo podemos observar a correlação entre os dados obtidos pelo programa CoDiagnostix™ e os dados obtidos pelo radiologista ao avaliar as imagens tomográficas e classificá-las de acordo com a classificação de Lekholm & Zarb (Tipo I, II, III e IV). No eixo x estão expressas as informações de densidade e no eixo y a classificação da densidade óssea. Podemos observar que não houve frequência da densidade óssea tipo IV (Figura 37).



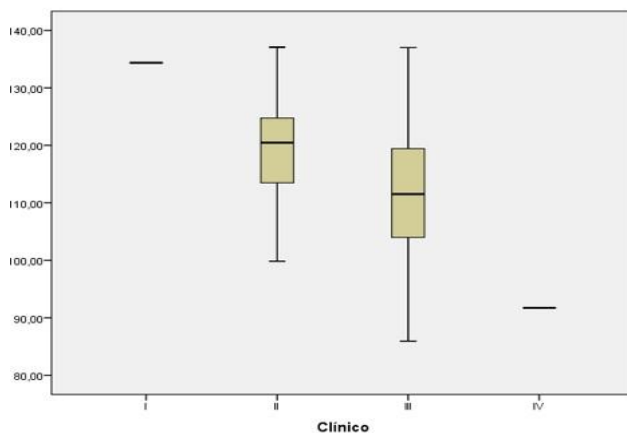
**Figura 37.** Correlação entre CoDiagnostix™ e avaliação radiográfica.

Na (Figura 38) podemos observar a correlação entre os dados obtidos pelo programa CoDiagnostix™ e os dados obtidos pela sensação tátil do clínico obtido durante a cirurgia, de acordo com a classificação de Lekholm & Zarb. No eixo x estão expressas as informações de densidade e no eixo y a classificação da densidade óssea. Podemos observar que o Tipo III teve uma maior prevalência ao correlacionar os dois métodos, já os tipos I e IV não obtiveram valores relevantes, mas apareceram na classificação.



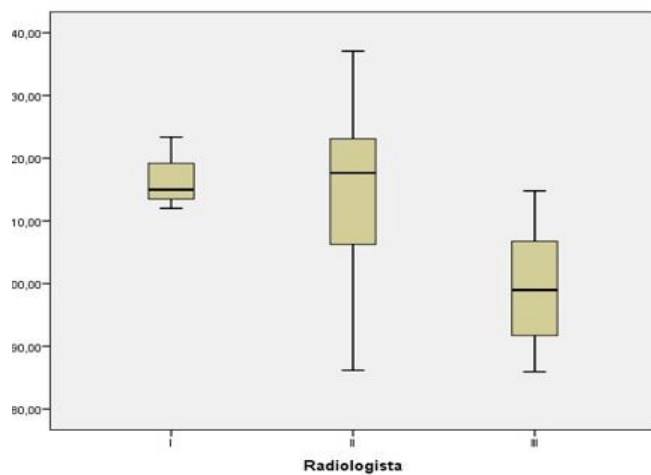
**Figura 38.** Correlação entre o CoDiagnostix™ e os dados clínicos.

A correlação obtida pelo programa de análise dos níveis de cinza ImageJ®, e a sensação tátil do cirurgião, estão expressos na (Figura 39). Observamos que as classificações do tipo II e III foram mais prevalentes do que a classificação do tipo I e IV.



**Figura 39.** Correlação entre o ImageJ® e a classificação clínica.

Os dados entre o ImageJ® também foram correlacionados com os as imagens classificadas pelo radiologista, quando o tipo II teve maior prevalência. Não houve nenhuma classificação tipo IV nas imagens analisadas pelo radiologista, sendo está ausente como mostra na (Figura 40).



**Figura 40.** Correlação entre ImageJ® e a classificação do radiologista.

## 6. DISCUSSÃO

Esta pesquisa analisou a qualidade óssea em sítios de mandíbulas edêntulas em que foram colocados implantes convencionais em região anterior e extra-curtos em região posterior. Foram realizados quatro métodos de análises, sendo três métodos tomográficos (ImageJ®, CoDiagnostix™ e avaliação visual) e um método clínico obtido durante as cirurgias de colocação dos implantes realizadas por um cirurgião experiente, calibrado e cegado das informações obtidas pelos outros métodos de avaliação citados acima. Os níveis de cinza obtidos foram maiores na região anterior, independente do programa utilizado. Este resultado está em concordância com o estudo realizado por Norton & Gamble (2001) que registraram que as densidades ósseas médias na mandíbula anterior e na mandíbula posterior foram 970 e 669 HU, respectivamente. A qualidade óssea na região posterior é pior que na região anterior, o que pode estar relacionado com o tipo ósseo mais encontrado em cada região. Tolstunov *et al.* (2007) afirmaram que as taxas de sucesso relacionadas ao local do implante afetam muito a probabilidade de sucesso do implante, que é cerca de 4% maior na mandíbula que na maxila e maior na região anterior do que na região posterior (cerca de 12% e 4% na maxila e respectivamente); em outras palavras, as próteses dentárias são mais bem-sucedidas na mandíbula anterior e menos bem-sucedidas na mandíbula posterior.

É bem documentado que fatores sistêmicos podem influenciar na qualidade óssea da região de colocação dos implantes Mombelli, A., & Cionca, N. (2006). Neste estudo, por mais que todos os pacientes tenham obedecido aos critérios de elegibilidade para serem incluídos na pesquisa, não foram solicitados exames de densitometria óssea para descartar totalmente a doença sistêmica osteoporose, que pode influenciar na modificação da loja óssea, como descrita por Evlice (2013). Este autor definiu a osteoporose como uma doença óssea metabólica crônica e sistêmica que afeta a qualidade de vida do indivíduo e que causa baixa qualidade óssea. Os efeitos da osteoporose nos maxilares podem ser resumidos em: diminuição do conteúdo e densidade mineral óssea, deterioração da estrutura trabecular, aumento da taxa de remodelação e atividade osteoblástica, redução do volume ósseo residual e da espessura do osso cortical. As mudanças nesses sítios ósseos podem influenciar a qualidade óssea obtida na região posterior deste trabalho. Reich *et al.* (2010), em seus estudos, afirmaram que existem diferenças notáveis na taxa e grau de atrofia observadas entre a mandíbula e a maxila e entre os segmentos anterior e posterior de todas as faixas etárias, o que pode resultar nas diferenças da anatomia local. Os segmentos posteriores mostraram uma maior frequência e grau de atrofia do que os segmentos anteriores, o que está de acordo com o fato de que os molares tendem a se perder em uma idade mais precoce do

que os dentes anteriores. Assim, a atrofia pode se desenvolver na parte posterior da mandíbula e progredir por mais tempo.

Estudos tem demonstrado que a densidade óssea e qualidade óssea não são sinônimos. A qualidade óssea engloba outros fatores além da densidade óssea, como tamanho do esqueleto, arquitetura e orientação tridimensional das trabéculas e as propriedades da matriz. A qualidade óssea não é apenas uma questão de conteúdo mineral, mas também de estrutura que pode influenciar a estabilidade de implantes dentários e desempenhar um papel significativo na falha precoce do tratamento com implantes LINDH *et al.* (2004). Os termos densidade óssea, quantidade de osso, e qualidade do osso são complexos e aberto à interpretação considerável na literatura, demonstrando falta de consenso e padronização para avaliação das características do tecido ósseo onde será ou é colocado um implante (Ribeiro-Rotta *et al.* 2010).

A avaliação da densidade óptica foi realizada por um avaliador calibrado que, obteve cortes nos sentidos axiais, coronais e sagitais, afim de avaliar todas as dimensões dos sítios, dando assim mais precisão aos dados obtidos. Era esperado que não houvesse correlação entre os dados de densidade óssea em HU medida no programa coDiagnostix™ e a densidade óptica medida em níveis de cinza no programa ImageJ®. Hua *et al.* 2009 e Nackaerts *et al.* (2011), em seus estudos, afirmaram que os dados da CBCT têm uma quantidade maior de raios-X dispersos do que a CT, o que pode aumentar o ruído em imagens reconstruídas e,



portanto, afetar a detecção de baixo contraste. Por causa da dispersão e artefatos, os valores de HU em CBCT não são válidos e, portanto, o método de correlacionar densidade óssea mineral aos valores HU de CBCT não é ideal. Além disso, a dispersão e artefatos, na CBCT, pioram em torno dos tecidos não homogêneos com valores HU reduzidos até 200 HU. O endurecimento do feixe é um fenômeno resultante do aumento da energia média do feixe de raios-X, quando ele passa através de um objeto, causando artefatos na reconstrução da imagem. Devido ao endurecimento do feixe, o valor de HU de certas estruturas, tais como o tecido mole e osso alteram-se. O sensor único da CBCT tem uma largura de feixe maior do que a linha de multi-sensores da CT. Isto provoca uma distribuição angular não-uniforme da intensidade do feixe de raios X conhecido como o efeito de salto, o que também faz as HU não terem qualquer uniformidade na CBCT. No entanto, os resultados deste trabalho mostraram que o método de avaliação da densidade obtida pelo programa CoDiagnostix™ apresenta forte correlação com o programa ImageJ®. Isto pode ser explicado possivelmente ao fato que o programa coDiagnostix™ realiza uma análise da densidade óptica em termos de níveis de cinza do sítio para instalação do implante, e apresenta na interface de usuário que apenas apresenta esta informação na forma de unidades Hounsfield (HU), por esta ser mais conhecida ao cirurgião.

A baixa correlação entre o radiologista e o cirurgião demonstra a dificuldade de obter-se uma avaliação fidedigna da

qualidade óssea pré-operatória, que dependendo do resultado pode interferir nos períodos de osseointegração. Segundo Rokni *et al.* (2014), o senso tátil do cirurgião para avaliar a qualidade óssea na perfuração do sítio é um método subjetivo: sua precisão e confiabilidade requerem mais estudos. Atualmente, as avaliações subjetivas na área do implante com base no pré-operatório radiografia e resistência óssea durante preparação do local do implante são métodos aceitos para determinação da qualidade óssea clínica (Lee *et al.* 2007). No entanto, uma avaliação precisa deve ser usada para determinar a qualidade óssea, especialmente em pacientes cuja qualidade óssea é mais importante no plano de tratamento, como pacientes que necessitam de carga precoce ou imediata. Além disso, a avaliação da densidade óssea de locais receptores de implantes ajuda o clínico para prever o tempo de cicatrização necessário para osseointegração, seleção do implante e de plataforma (Misch 1990). Nesse estudo os avaliadores foram e cegados em cada etapa, o que pode ter influenciado em uma fraca correlação entre os métodos de avaliações, dando assim mais ênfase a necessidade de se obter um método que não seja subjetivo e possa dar mais confiabilidade aos dados obtidos, mesmo quando realizados por avaliadores diferentes, e métodos distintos.

Rokni *et al.* (2014) concluiu em seu estudo que um corte transversal de alta qualidade de um sítio específico pode ser suficiente para o diagnóstico pré-operatório e pode ser confirmado

pela sensação tátil de um cirurgião especialista. Quando o cirurgião identifica má qualidade óssea, o paciente deve ser informado da probabilidade de haver complicações pós-operatórias na instalação dos implantes, que podem ser, mais tempo para cicatrização, e que a carga progressiva dos implantes pode ser necessária. Apesar de ser a mais difundida e utilizada, a classificação de Lekholm & Zarb (1985) ainda não foi validada em nenhum estudo (Ribeiro-Rotta et al., 2010).

Infelizmente, não existe um exame considerado padrão ouro para comparação com a arquitetura e qualidade óssea *in situ*. Idealmente, todos os sítios de perfuração para implantes deveriam fornecer amostras para uma análise histomorfométrica. No entanto, considerações éticas e técnicas impedem que tal análise seja realizada. Desta forma, os métodos radiográficos deveriam aprimorar-se a tal ponto de informar quantitativamente e com reprodutibilidade, em uma linguagem acessível ao clínico, a densidade do tecido ósseo baseado apenas na informação de um exame de imagem.

Dentre as limitações deste estudo está o fato de apenas um examinador realizar as avaliações para cada um dos métodos utilizados. Um cuidado enorme foi observado na tentativa de manter a ocultação dos dados (mascaramento) parciais para o cirurgião. Por mais que cada método tenha sido realizado por um profissional diferente, quanto mais avaliações distintas fossem realizadas de

cada método, mais dados de reprodutibilidade intra- e inter-observador poderiam ter sido obtidos. Além disso, a dificuldade de recrutar pacientes que atendam aos critérios de elegibilidade faz com que se estenda o prazo para completar a amostra e, portanto, o poder amostral seja maior. Assim, o tamanho amostral pequeno também pode ter influenciado os resultados. O estudo terá sua continuação como um recorte do estudo experimental clínico, e a inclusão de mais pacientes permitirá uma reanálise dos dados de qualidade óssea tanto clínica quanto radiograficamente em mandíbulas edêntulas.

Ressaltamos que mesmo dentre as limitações deste estudo já citadas acima, neste trabalho foram tomados todos os cuidados necessário tais como: todas as etapas realizadas foram padronizadas desde as triagens dos pacientes, exames radiográficos (panorâmicas) que foram selecionadas por pessoa calibrada na avaliação da altura óssea, a confecção das próteses convencionais dos pacientes seguiram a mesma metodologia, a confecção de guias tomográficos obedeceu aos padrões necessário para auxílio na obtenção e futura avaliação das imagens, os exames tomográficos também foram realizados em uma única clínica com o mesmo aparelho, os planejamentos cirúrgicos foram realizados por uma única avaliadora calibrada, as etapas cirúrgicas realizadas por um cirurgião experiente, calibrado e cegado, e por fim um radiologista experiente, calibrado e cegado de todas as

etapas e informações obtidas dos exames de imagem dos pacientes que não fosse a analisada.

## 7. CONCLUSÕES

Observamos diferentes densidades ósseas analisadas pelo programa ImageJ® entre região anterior e região posterior, confirmando que na região posterior os níveis de cinzas obtidos foram menores quando comparado com a anterior. Nas densidades ósseas obtidas em HU pelo programa Codiagnostix™ não houve diferenças estatísticas quando comparada regiões anteriores e posteriores.

A avaliação radiográfica teve uma fraca correlação com a avaliação clínica, justificando o fato de um método subjetivo não ser um método ideal de calibração. Na correlação entre as densidades obtidas através dos programas com a avaliação do radiologista teve-se uma frequência maior de osso tipo II e III. As análises dos dados obtidos pelos dois programas de densidade óssea deram uma forte correlação entre si, o que se justifica dizer que ambos os programas podem ser utilizados para a análise de densidade óssea pré-operatória, tanto em região anterior quanto em região posterior.

Concluimos que existe uma correlação moderada entre os resultados das análises de densidade óssea obtidas através do software ImageJ® com os resultados obtidos pela sensação tátil do cirurgião durante a instalação dos implantes. Na região posterior os níveis de cinzas obtidos foram menores quando comparado com a anterior. A distribuição dos sítios anteriores e posteriores com relação ao tipo ósseo mostrou uma maior frequência de osso tipo II

na região anterior, enquanto em posterior houve uma maior frequência de osso tipo III.

## REFERÊNCIAS

Angelopoulos, C. (2008). Cone beam tomographic imaging anatomy of the maxillofacial region. **Dental Clinics**, 52(4), 731-752.

Calvo-Guirado, J. L., López Torres, J. A., Dard, M., Javed, F., Pérez-Albacete Martínez, C., & Maté Sánchez de Val, J. E. (2016). Evaluation of extrashort 4-mm implants in mandibular edentulous patients with reduced bone height in comparison with standard implants: a 12-month results. **Clinical Oral Implants research**, 27(7), 867-874.

Cassetta M, Stefanelli LV, Pacifici A, Pacifici L, Barbato E. et al. (2013). How accurate is cbct in measuring bone density? A comparative cbct-ct in vitro study. **Clin Implant Dent Relat Res**.

CHOI, Yeon-jo; JUN, Sang-ho; SONG, Young-dae.(2015) CT Scanning and Dental Implant. Monografia (Especialização), **Harvard School Of Dental Medicine, Korea And U.S.A.** Cap 13. 23f.

DENTAL WINGS INC (Canadá) (Org.). **Guided Surgery**. 2017. Disponível em: <http://www.dentalwings.com/products/programa/guided-surgery/>

Dolder E J (1961). The bar joint mandibular denture. **The Journal of Prosthetic Dentistry**. Zurich, Switzerland, p. 689-707.

Esposito M,Hirsch M J, Lekholm U, Thomsen Peter (1998). Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants: Success criteria and epidemiology. **European Journal of Oral Sciences**. Goteborg, Sweden, p. 1-25.



Evlice, B. K. (2013). Osteoporosis in Dental Practice. **Archives Medical Review Journal**, 22(3), 273-282.

Fuh LJ, Huang HL, Chen CS, Fu KL, Shen YW, Tu MG, et al. (2010) Variations in bone density at dental implant sites in different regions of the jawbone. **Journal of Oral Rehabilitation**, 1; 37(5), p 346-51

Hua Y, Nackaerts O, Duyck J, Maes F, Jacobs, R (2009). Bone quality assessment based on cone beam computed tomography imaging. **Clinic Oral Implants Research**, p. 767-71.

Isoda K, Ayukawa Y, Tsukiyama Y, Sogo M, Matsushita Y, Koyano K. et al. (2012). Relationship between the bone density estimated by cone-beam computed tomography and the primary stability of dental implants. **Clinic Oral Implants Research**.

Johanson, N. A., Litrenta, J., Zampini, J. M., Kleinbart, F., & Goldman, H. M. (2011). Surgical treatment options in patients with impaired bone quality. **Clinical Orthopaedics and Related Research**®, 469(8), 2237-2247.

Reich KM, Huber CD, Lippnig WR, Watzek G e Tangl S (2011). Atrophy of the residual alveolar ridge following tooth loss in an historical population. **Oral Diseases**. V 17, p 33-43.

Labaig, C., Marco, R., Fons, A., & Selva, E. J. (1997). Biodynamics of attachments used in overdentures: Experimental analysis with photoelasticity. **Quintessence international**, v. 28, n. 3, p.183-190.

Lang J P (2006). Avaliação dos Sistemas de Retenção para Overdentures Implanto Suportadas Mandibulares: Revisão de Literatura. **Revista Gaúcho de Odontologia**, v. 54, n. 4, p.356-362.

Lee, S., Gantes, B., Riggs, M., & Crigger, M. (2007). Bone density assessments of dental implant sites: 3. Bone quality evaluation

during osteotomy and implant placement. **International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, 22(2).

Lekholm U, Zarb GA (1985). Patient selection and preparation. Tissue Integrated Prostheses: osseointegration in clinical dentistry. **Quintessence**, cap 12, p 199–209

Linck, G. K. S. B., Ferreira, G. M., De Oliveira, R. C. G., Lindh, C., Leles, C. R., & Ribeiro-Rotta, R. F. (2016). The influence of tactile perception on classification of bone tissue at dental implant insertion. **Clinical implant dentistry and related research**, 18(3), 601-608.

Lindh, C., Oliveira, G. H. C., Leles, C. R., Carmo Matias Freire, M., & Ribeiro-Rotta, R. F. (2014). Bone quality assessment in routine dental implant treatment among Brazilian and Swedish specialists. **Clinical oral implants research**, 25(9), 1004-1009.

Linkow LI, Cherchève R. (1970). Theories and techniques of oral implantology. **St Louis: CV Mosby Co.** vol 1.

Lioubavina-hack N; LANG, Niklaus P, Karring, Thorkild (2006). Significance of primary stability for osseointegration of dental implants. **Clinical Oral Implants Research**, v. 17, n. 3, p.244-250.

Malo P, Nobre M A, Rangert, Bo (2007). Implants placed in immediate function in periodontally compromised sites: A five-year retrospective and one-year prospective study. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 97, n. 6, p.86-95.

Menchero-Cantalejo, E., Barona-Dorado, C., Cantero-Álvarez, M., Fernández-Cáliz, F., & Martínez-González, J. M. (2011). Meta-analysis on the survival of short implants. **Medicine Oral Patology Oral Cirurgical Bucal**, 16(4), e546-51.

Mendonça, J. A., Francischone, C. E., Senna, P. M., Matos de Oliveira, A. E., & Sotto-Maior, B. S. (2014). A Retrospective Evaluation of the Survival Rates of Splinted and Non-Splinted Short Dental Implants in Posterior Partially Edentulous Jaws. ***Journal of periodontology***, 85(6), 787-794.

Misch C E. (1990). Density of bone: Effect on treatment plans, surgical approach, healing, and progressive bone loading. **International Journal Oral Implantology**, p, 6:23.

Misch C E. (2000). Densidade óssea: Um determinante Significativo para o Sucesso Clínico. **Implantes Dentários Contemporâneos**. p. 109-117.

Miotto, M. H. M. D. B., Almeida, C. S., & Barcellos, L. A. (2014). Impacto das condições bucais na qualidade de vida em servidores públicos municipais. **Ciência & Saúde Coletiva**, 19(9), p.3931-3940.

Mombelli, A., & Cionca, N. (2006). Systemic diseases affecting osseointegration therapy. **Clinical oral implants research**, 17(S2), 97-103.

Nackaerts, O., Maes, F., Yan, H., Couto Souza, P., Pauwels, R., & Jacobs, R. (2011). Analysis of intensity variability in multislice and cone beam computed tomography. **Clinical oral implants research**, 22(8), 873-879.

Nikolovska, J., Petrovski, D., Petricevic, N., Kapusevska, B., & Korunoska-Stevkovska, V. (2015). Overdentures on Implants for Better Quality of Life Among the Fully Edentulous Patients—Case Reports. **prilozi**, 36(2), 225-234.

Norton, M. R., & Gamble, C. (2001). Bone classification: an objective scale of bone density using the computerized tomography scan. **Clinical oral implants research**, 12(1), 79-84.

Oliveira M R (2017). Comparação das Avaliações Histológica, Clínica e por Meio de Exames de Imagens da Qualidade Óssea da Região Maxilomandibular para Instalação de Implantes. **Tese (Doutorado) Uesp.**

Parsa, A., Ibrahim, N., Hassan, B., Motroni, A., Van der Stelt, P., & Wismeijer, D. (2013). Influence of cone beam CT scanning parameters on grey value measurements at an implant site. **Dentomaxillofacial Radiology**, 42(3), 79884780

Parsa, A., Ibrahim, N., Hassan, B., Motroni, A., der Stelt, P. V., & Wismeijer, D. (2012). Reliability of voxel gray values in cone beam computed tomography for preoperative implant planning assessment. **International Journal of Oral and Maxillofacial Implants**, 27(6), 1438.

Pauwels, R., Nackaerts, O., Bellaiche, N., Stamatakis, H., Tsiklakis, K., Walker, A., & SEDENTEXCT Project Consortium. (2013). Variability of dental cone beam CT grey values for density estimations. **The British journal of radiology**, 86(1021), 20120135-20120135.

Pauwels, R., Jacobs, R., Singer, S. R., & Mupparapu, M. (2014). CBCT-based bone quality assessment: are Hounsfield units applicable?. **Dentomaxillofacial Radiology**, 44(1), 20140238.

Pommer, B., Frantal, S., Willer, J., Posch, M., Watzek, G., & Tepper, G. (2011). Impact of dental implant length on early failure rates: a meta-analysis of observational studies. **Journal of Clinical Periodontology**, 38(9), 856-863.

Rebaudi, A., Trisi, P., Cella, R., & Cecchini, G. (2010). Preoperative evaluation of bone quality and bone density using a novel CT/microCT-based hard-normal-soft classification system. **International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, 25(1).

Renouard F. Rangert B. (2000) Fatores de risco em implantodontia: planejamento clínico simplificado para prognóstico e tratamento. **São Paulo: Quintessence.**

Reeves, T. E., Mah, P., & McDavid, W. D. (2012). Deriving Hounsfield units using grey levels in cone beam CT: a clinical application. **Dentomaxillofacial Radiology**, 41(6), 500-508.

Renouard, F., & Nisand, D. (2006). Impact of implant length and diameter on survival rates. **Clinical oral implants research**, 17(S2), 35-51.

Ribeiro-Rotta RF, Lindh C, Pereira AC, Rohlin M. (2010) Ambiguity in bone tissue characteristics as presented in studies on dental implant planning and placement: a systematic review. **Clinic Oral Implants Research**. 22(8):789-801.

Rokn A, Ghahroudi A A R, Daneshmonfared M, Menasheof R, Shamshiri A R. (2014) Tactile Sense of the Surgeon in Determining Bone Density When Placing Dental Implant. **Implant dentistry**. Vol. 23, n. 6 2, p 697-703.

Rossi, F., Ricci, E., Marchetti, C., Lang, N. P., & Botticelli, D. (2010). Early loading of single crowns supported by 6-mm-long implants with a moderately rough surface: a prospective 2-year follow-up cohort study. **Clinical Oral Implants Research**, 21(9), 937-943.

Salimov, F., Tatli, U., Kürkçü, M., Akoğlan, M., Öztunç, H., & Kurtoğlu, C. (2014). Evaluation of relationship between preoperative bone density values derived from cone beam computed tomography and implant stability parameters: a clinical study. **Clinical oral implants research**, 25(9), 1016-1021.

Sánchez-Garcés, M. A., Costa-Berenguer, X., & Gay-Escoda, C. (2012). Short implants: a descriptive study of 273 implants. **Clinical Implant Dentistry and Related Research**, 14(4), 508-516.

SB BRASIL (2003) Condição da Saúde Bucal da População Brasileira. **Tese (Doutorado). Secretaria do Estado do Rio Grande do Sul.**

Triches, D. F. (2013). Relação entre qualidade óssea clínica e radiográfica e a estabilidade primária de implantes curtos em região posterior. **Tese de Doutorado. Na Universidade Católica do Rio Grande do Sul.**

Trisi P, Rao W (1999). Bone classification: clinicalhistomorphometric comparison. **Clinic Oral Implants Research** Feb;10(1):1-7.

Varshowsaz, M., Goorang, S., Ehsani, S., Azizi, Z., & Rahimian, S. (2016). Comparison of Tissue Density in Hounsfield Units in Computed Tomography and Cone Beam Computed Tomography. **Journal of dentistry (Tehran, Iran)**, 13(2), 108.

Valiyaparambil, J. V., Yamany, I., Ortiz, D., Shafer, D. M., Pendrys, D., Freilich, M., & Mallya, S. M. (2012). Bone quality evaluation: comparison of cone beam computed tomography and subjective surgical assessment. **International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, 27(5).

## APÊNDICE A

**ANEXO 1.** Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa.

(Página 1)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA - UFSC**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Fatores de Risco no Prognóstico de Próteses Totais Removíveis Retidas por Implantes Extra-Curtos (4-mm) em Mandíbulas Severamente Reabsorvidas - Ensaio Clínico Randomizado

**Pesquisador:** LUIS ANDRÉ MENDONÇA MEZZOMO

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 52288016.8.0000.0121

**Instituição Proponente:** Departamento de Odontologia

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 1.452.492

**Apresentação do Projeto:**

O projeto de pesquisa intitulado "Fatores de Risco no Prognóstico de Próteses Totais Removíveis Retidas por Implantes Extra-Curtos (4-mm) em Mandíbulas Severamente Reabsorvidas - Ensaio Clínico Randomizado", é orientado por LUIS ANDRÉ MENDONÇA MEZZOMO.

**Objetivo da Pesquisa:****Objetivo Primário:**

Responder a seguinte questão: "Até que ponto as mandíbulas edêntulas severamente reabsorvidas podem ser restauradas com sucesso com próteses totais removíveis suportadas por implantes extra-curtos (4-mm) espiplintados a convencionais (8-mm), com uma perda óssea mínima, baixa prevalência de complicações protéticas e biológicas, reduzida taxa de falhas de implantes e maior eficiência mastigatória?"

**Objetivo Secundário:**

• Avaliar a Perda Óssea Marginal (POM) de implantes extra-curtos e convencionais retendo próteses totais removíveis em mandíbulas severamente reabsorvidas; • avaliar as Taxa de Falhas (TF) de implantes, Taxa de Complicações Biológicas (TCB) e Protéticas (TCP); • avaliar o impacto da substituição das próteses totais convencionais antigas por novas próteses totais convencionais novas; • avaliar a função mastigatória dos pacientes reabilitados com diferentes modalidades de

**Endereço:** Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401  
**Bairro:** Trindade **CEP:** 88.040-400  
**UF:** SC **Município:** FLORIANÓPOLIS  
**Telefone:** (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propos@conitec.ufsc.br

## ANEXO 1. Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa (Página 2)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer: 1.452.482

prótese. 3) Exposição à radiação ionizante: Neste estudo, os pacientes serão submetidos à radiação ionizante; porém em dose insuficiente para causar qualquer tipo de efeito colateral. Serão utilizadas radiografias periapicais digitais para o controle da perda óssea periimplantar na instalação dos implantes (T1), na instalação da prótese definitiva (baseline, T2), e nas consultas de acompanhamento, em 12 (T4), 24 (T6), 36 (T8), 48 (T10) e 60 meses (T12) após o baseline, seguindo um tratamento de rotina preconizado por esta escola. A radiografia digital permite um tempo de exposição à radiação ionizante significativamente menor comparada à radiografia convencional. Além disso, os pacientes serão submetidos ao exame de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) no pré-operatório, para fins de planejamento cirúrgico, na instalação da prótese definitiva (baseline, T2) e também nos tempos de acompanhamento de 12 (T4) e 60 meses (T12), para fins de medição da perda óssea linear e subtração digital volumétrica ao redor dos implantes. As TCFCs serão realizadas com um Campo de Visão (Field of View, FOV) médio (FOV = 8cm) e uma resolução de 0,20 voxels usando o equipamento i-CAT® Next Generation System (Kavo®, Alemanha). Este dispositivo de TCFC de FOV médio tem sido sugerido como tendo uma dose de radiação equivalente ao sistema panorâmico digital (Batista et al. 2012; Deman et al. 2014; Ruhland et al. 2015).

Benefícios:

- 1) O tratamento terá seus custos integralmente cobertos pela pesquisa, sem ônus nenhum para o paciente além do comparecimento às consultas e aos exames radiográficos.
- 2) Os pacientes incluídos apresentarão uma condição de saúde geral e bucal inicial homogênea, e serão alocados nos grupos experimentais aleatoriamente por sorteio, o que representa uma equidade de chances.
- 3) Os tratamentos propostos para os grupos teste e controle oferecem benefícios significativos comparados ao tratamento convencional (prótese total mandibular removível convencional): aumento da retenção e estabilidade, capacidade mastigatória, conforto e satisfação; e não oferecem maiores riscos para o paciente - o grupo controle receberá um tratamento padrão, consagrado na literatura e amplamente empregado há décadas (2 implantes convencionais espiplintados por meio de uma barra na região anterior mandibular retendo uma prótese total removível). O grupo teste, por sua vez, receberá um tratamento com uma pequena variação ao tratamento padrão, isto é, pelo acréscimo de dois implantes extra-curtos (4-mm) na região posterior da mandíbula. Acredita-se, assim, que o acréscimo destes implantes espiplintados aos anteriores por meio da extensão distal da barra permitirá uma diminuição do movimento rotacional e do braço de

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R. Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401  
Bairro: Trindade CEP: 88.040-400  
UF: SC Município: FLORIANÓPOLIS  
Telefone: (48)3721-6004 E-mail: oep.propesq@coneto.ufsc.br



## ANEXO 1. Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa. (Página 3)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer: 1.452.492

alavanca observados na região posterior das próteses do tratamento padrão durante a função mastigatória, aumentando ainda mais a estabilidade, a retenção, a capacidade mastigatória, o conforto e a satisfação do paciente, e diminuindo a perda óssea periimplantar, falhas de implantes, complicações protéticas e biológicas.

4) Os implantes que serão utilizados são constituídos de uma liga de titânio-zircônia com uma superfície hidrofílica, os quais aceleram o processo de osseointegração e oferecem uma excelente estabilidade a nível de tecidos duros e moles, garantindo sua manutenção em longo prazo. 5) Os pacientes receberão consultas de acompanhamento e revisão das próteses dentárias confeccionadas no estudo, o que permitirá o diagnóstico de eventuais falhas e complicações que poderão ser solucionadas em tempo. 6) Os pacientes serão incluídos em um programa de manutenção das próteses, mesmo após a conclusão do estudo, de maneira a aumentar a longevidade destas.

### Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Há uma falta de evidências sobre o prognóstico de próteses totais removíveis suportadas por implantes extra-curtos (4-mm) na região posterior de mandíbulas severamente reabsorvidas. Os pacientes serão recrutados na Clínica de Prótese da UFSC. Aqueles que atenderem aos critérios de elegibilidade serão incluídos e um termo de consentimento será obtido. Todos os pacientes selecionados receberão próteses totais convencionais. Após planejamento individualizado, cento e cinquenta (150) implantes serão instalados através de um procedimento de estágio único em 50 pacientes (T1), os quais serão alocados randomicamente em dois grupos (n = 25) de acordo com o número de implantes retendo a prótese: prótese total removível suportada por dois implantes convencionais na região anterior e dois implantes extra-curtos na região posterior (Grupo Teste); ou uma prótese total removível suportada por dois implantes convencionais na região anterior somente (Grupo Controle). Após 12 semanas, novas próteses totais removíveis implanto-retidas serão fabricadas e instaladas (T2 = Baseline). Os desfechos relativos aos implantes serão avaliados de acordo com os critérios da Academia de Osseointegração. A perda óssea será avaliada linearmente com radiografias periapicais digitais padronizadas (mesial e distal) com a técnica do paralelismo de cone longo, e volumetricamente por meio de subtração digital de tomografia computadorizada de feixe cônico na região posterior de mandíbula. Avaliações adicionais serão feitas em 6- (T3), 12- (T4), 24- (T5), 36- (T6), 48- (T7) e 60- (T8) meses após a instalação das próteses considerando também a satisfação do paciente. A função mastigatória será avaliada em T0, T1, T2, T3 e T4.

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R. Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401  
Bairro: Trindade CEP: 88.040-400  
UF: SC Município: FLORIANÓPOLIS  
Telefone: (48)3721-6094 E-mail: cep.propesq@comiteo.ufsc.br

Página 04 de 06

## ANEXO 1. Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa. (Página 4)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer: 1.452.492

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

As pendências foram atendidas.

**Recomendações:**

-

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Considerando que a proposta apresentada se encontra adequadamente fundamentada, contendo documentação e demais informações pertinentes à questão ética em conformidade com os termos da legislação que trata da participação de seres humanos em pesquisa, encaminho voto favorável à Aprovação do Projeto.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMACOES_BASICAS_DO_PROJETO_647638.pdf	23/02/2016 18:42:04		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Revisado.pdf	23/02/2016 18:39:42	LUIS ANDRE MENDONÇA MEZZOMO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Detalhado_v2.pdf	23/02/2016 18:38:24	LUIS ANDRE MENDONÇA MEZZOMO	Aceito
Outros	Carta_Resposta_CEP.pdf	23/02/2016 18:30:21	LUIS ANDRE MENDONÇA MEZZOMO	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto_Projeto.pdf	06/01/2016 11:31:19	LUIS ANDRE MENDONÇA MEZZOMO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao_Vinculo_Empregatcioio.pdf	27/12/2015 19:21:12	LUIS ANDRE MENDONÇA MEZZOMO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao_Instituicao_Comite_de_Etica.pdf	27/12/2015 18:06:17	LUIS ANDRE MENDONÇA MEZZOMO	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Endereço:** Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R. Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401  
**Bairro:** Trindade **CEP:** 88.040-400  
**UF:** SC **Município:** FLORIANÓPOLIS  
**Telefone:** (48)3721-6094 **E-mail:** oep.proposicoes@coneto.ufsc.br

Página 05 de 06

## ANEXO 1. Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa. (Página 5)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Processo: 1.452.482

FLORIANOPOLIS, 15 de Março de 2016

---

Assinado por:  
**Washington Portela de Souza**  
(Coordenador)

**Endereço:** Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vilor Lima, nº 222, sala 401  
**Cidade:** Trindade **CEP:** 88.040-400  
**UF:** SC **Município:** FLORIANOPOLIS  
**Telefone:** (48)3721-6094 **E-mail:** cnp.propoes@conitec.ufsc.br

Página 06 de 06

## ANEXO 2. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

(Página 1)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA  
Campus Universitário – Trindade – Florianópolis/SC – CEP 88040-370  
Tel.: (48) 3721-9520

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado paciente,

As informações contidas nesse termo foram fornecidas pelo pesquisador responsável - Professor Dr. Luis André Mendonça Mezzomo (Departamento de Odontologia, Centro de Ciências da Saúde, UFSC). O objetivo desse documento é informar o Sr.(a) sobre a pesquisa a ser realizada, visando obter uma autorização espontânea por escrito de sua participação, e sem fazer nada contra a sua vontade.

O título deste trabalho é "FATORES DE RISCO PARA PRÓTESES TOTAIS RETIDAS POR IMPLANTES EXTRA-CURTOS EM MANDÍBULAS SEVERAMENTE REABSORVIDAS – UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO". Esta pesquisa pretende tratar, com prótese dentária (dentadura) sobre implantes, pacientes com ausência de todos os dentes na arcada inferior (mandíbula), que tenham dificuldades de adaptação ao uso de sua prótese total (dentadura) inferior por falta de retenção, e que não apresentem quantidade de osso mínima na região posterior para a colocação implantes de tamanho convencional ( $>8\text{mm}$ ). No estudo, serão oferecidos dois diferentes tipos de tratamento: a) prótese total removível (dentadura) retida por dois implantes convencionais ( $>8\text{mm}$ ) na região anterior e dois implantes extra-curtos ( $4\text{-mm}$ ) na região posterior da mandíbula (teste); b) prótese total removível retida por dois implantes convencionais somente na região anterior da mandíbula (controle). Inicialmente, o Sr.(a) receberá uma dentadura convencional nova para fins de readequação funcional (adaptação). A sua distribuição entre as duas opções de tratamento do estudo será feita por sorteio, e uma prótese definitiva nova será instalada 12 semanas após a cirurgia de colocação dos implantes. O Sr.(a) será submetido à aplicação de questionários, avaliações clínicas e radiográficas em 9 consultas – 2 antes da cirurgia, no dia da cirurgia do implante e nos períodos de 8, 12, 24, 36, 48 e 60 meses após a instalação das próteses. O exame de raio-x previsto (8 consultas) está de acordo com os cuidados de rotina para os pacientes submetidos a tratamento com implantes nesta universidade, à exceção das tomografias computadorizadas (realizada em apenas 4 consultas). Todas as despesas do tratamento serão cobertas pela pesquisa, e o Sr.(a) terá custos apenas com o deslocamento até a universidade para as consultas.

Assim, o objetivo é avaliar eventuais falhas e complicações que possam ocorrer com a prótese ou com os implantes após a sua instalação, a perda de osso ao redor dos implantes, custos e tempo consumidos, além da satisfação do paciente e do clínico. Isto permitirá identificar a duração em longo prazo dos tratamentos realizados e colaborar para o desenvolvimento de um protocolo mais seguro e confortável para o tratamento de pacientes que apresentam dificuldades de adaptação ao uso de prótese total (dentadura) convencional inferior e pouca altura óssea do osso mandibular, com próteses totais removíveis retidas por implantes extra-curtos na região posterior da mandíbula.

As medidas e técnicas previstas no presente estudo procuram minimizar todos os tipos de complicações. Para o exame da tomografia, uma técnica e aparelho de última geração, com uma dose mínima de radiação, serão utilizadas para garantir ao Sr.(a) uma proteção contra a exposição excessiva à radiação. No entanto, alguns prejuízos podem vir a ser causados pela pesquisa. Dentre eles, alguns que podem ocorrer imediatamente após a cirurgia de colocação do implante incluem aumento de volume e hematomas (manchas na pele) próximo à área operada, sangramento, parestesia (perda da sensibilidade do nervo), dor e desconforto. Para esta última, estão previstas medicação analgésica antes e depois da colocação do implante. Em caso de perda da sensibilidade do nervo, o tratamento para recuperar a sensibilidade será oferecido. Além disso, outras complicações podem ocorrer tardiamente, como por exemplo a

## ANEXO 2. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

### (Página 2)

doença da gengiva ao redor do implante, trauma ou sensibilidade na gengiva, e dor e perda de sensibilidade em algumas regiões da face. Além disso, pode ocorrer até mesmo a perda do(s) implante(s) e perda do osso ao redor do implante. O Sr.(a) será acompanhado regularmente e receberá assistência e tratamento para qualquer tipo de complicação citada acima que vier a ocorrer. Inclusive, no caso de falha no implante, o Sr.(a) terá direito a colocação de um novo implante 3 meses após a sua remoção, sem nenhum custo. Pode também ocorrer complicações relacionadas à prótese, tais como: fratura da prótese, fratura ou desgaste de dente da prótese, aderência de resíduos na prótese, perda ou fratura de parafuso e peças relacionadas ao implante. Para todas essas situações, será providenciado o reparo ou até mesmo a substituição da prótese e/ou peça(s) do(s) implante(s), sem custo para o Sr.(a).

Suas dúvidas serão esclarecidas antes de qualquer procedimento e em qualquer momento no decorrer da pesquisa através do contato com o investigador responsável, de segunda à sexta-feira, via telefone (48) 3721-9520 ou pelo e-mail [imezzomo@ufsc.br](mailto:imezzomo@ufsc.br). Ou, ainda, pode ser feito contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH- UFSC) pelo telefone (48) 3721-6084 ou pelo e-mail: [cep.propesq@contato.ufsc.br](mailto:cep.propesq@contato.ufsc.br).

O pesquisador declara o cumprimento das exigências contidas nos itens IV.3 e IV.4 (item IV.5 (a) da Resolução vigente para Pesquisas com Seres Humanos 466/2012) e assume o compromisso de disponibilizar informações atualizadas obtidas durante o estudo. O(a) Sr.(a) tem a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento, deixando de participar do estudo, sem qualquer represália ou prejuízo, através do contato acima.

Ao assinar as duas vias do termo, sendo que uma delas ficará em sua posse, o Sr.(a) concorda em participar desse trabalho permitindo o acesso ao material (questionários, dados e material fotográfico) referente ao(à) Sr.(a) que serão obtidos neste estudo para fins acadêmicos, como aulas e artigos, sob total sigilo da sua identidade. Em nenhum momento o seu nome será vinculado a qualquer parte do trabalho.

#### CONSENTIMENTO PÓS-INFORMADO

Eu, \_\_\_\_\_  
Responsável pelo (a) \_\_\_\_\_, portador do  
RG \_\_\_\_\_ e CPF \_\_\_\_\_, após ter recebido  
verbalmente esclarecimentos sobre o estudo, concordo em participar do trabalho "FATORES  
DE RISCO PARA PRÓTESES TOTAIS RETIDAS POR IMPLANTES EXTRA-CURTOS EM  
MANDÍBULAS SEVERAMENTE REABSORVIDAS – UM ENSAIO CLÍNICO  
RANDOMIZADO", que será executado pelo Professor Dr. Luis André Mendonça Mezzomo,  
pela equipe de Professores da Disciplina e Prótese e pelos alunos de pós graduação do  
Mestrado em Implantodontia da UFSC e autorizo também a utilização das informações  
contidas em meu prontuário (física e/ou digital) e dos dados coletados durante a consulta,  
desde que seja mantido o sigilo da minha identificação, conforme as normas do Comitê de  
Ética em Pesquisa com Seres Humanos desta Universidade. A minha participação é voluntária  
podendo ser cancelada a qualquer momento.

Florianópolis, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20 \_\_\_\_.

Assinatura do paciente ou responsável

RG:

Assinatura do Pesquisador Responsável (Luis André Mendonça Mezzomo)

RG: 8082505171/RS

## ANEXO 3. Questionário de Bruxismo



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

### CRITÉRIOS DE DIAGNÓSTICO CLÍNICO DE BRUXISMO

Questionário – Sinais e Sintomas			
American Academy of Sleep Medicine 2014			
Um ou mais dos seguintes sintomas está presente:	Sim	Não	Não Sei
<b>Bruxismo Diurno</b>			
1. Você tem consciência de ranger ou apertar os seus dentes durante o dia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Bruxismo Noturno</b>			
2. Você tem consciência ou alguém já o escutou rangendo ou apertando os dentes durante o sono?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Você já experimentou dores, fadiga ou bloqueio na região da mandíbula ao acordar pela manhã?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Você já experimentou dores de cabeça na região das têmporas ao acordar pela manhã?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Você percebe um "click" ou travamento da articulação têmporo-mandibular ao acordar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Você tem dificuldade de abrir a boca ao acordar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. A atividade dos músculos mastigatórios não é melhor explicada por outro tipo de distúrbio do sono, transtorno médico ou neurológico, uso de medicamentos ou transtornos por uso de alguma substância?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Os seus dentes ou gengiva estão sempre doloridos ao acordar pela manhã?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Você sente que seus dentes estão cerrados ou sua boca está ferida ao acordar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Você tem hipersensibilidade de um ou mais dentes ao ar ou líquidos gelados?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Um ou mais dos seguintes sinais está presente:	Sim	Não	Não Sei
11. Presença de desgaste dentário observado nos movimentos cêntricos e excêntricos da mandíbula (faceta de bruxismo)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Presença de hipertrofia muscular do masseter em apertamento voluntário forçado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Indentação da língua ou bochechas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Bruxismo positivo respondendo positivo ao menos a 3 perguntas.</b>			
Data: ____/____/____			
Nome do Entrevistador: _____			
Assinatura do Entrevistador: _____			

FATORES DE RISCO NO PROGNÓSTICO DE PRÓTESES TOTAIS REMOVÍVEIS RETIDAS POR IMPLANTES EXTRA-CURTOS EM MANDÍBULAS SEVERAMENTE REABSORVIDAS – ENSAIO

CRISTIANE SANTOS

## ANEXO 4. Questionário sobre densidade óssea radiográfica



**Ficha de Qualidade Óssea Radiográfica**

Este formulário é destinado à coleta de informações de densidade óptica (HU) nas regiões de eleição para os implantes. Deve ser feito no software cobdiagnotix.

\*Obrigatório

Nome do Paciente: \*

Sua resposta

Iniciais do Paciente: \*

Sua resposta

## ANEXO 5. Questionário sobre densidade óptica analisada pelo programa ImageJ®.



**Densidade Óssea Radiográfica**

Este formulário é destinado à coleta de informações de densidade óptica (escala de cinza) nas regiões de eleição para os implantes. Deve ser feito no software ImageJ.

Nome do Paciente:

Texto de resposta curta

Iniciais do Paciente:

Texto de resposta curta

Nr. do Paciente na Pesquisa:

Texto de resposta curta

## ANEXO 6. Ficha de Avaliação Radiográfica (Página 1)

### ANALISE DAS IMAGENS RADIOGRÁFICAS

Imagem	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV
01A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
01 B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
02 A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
02 B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
03 C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
03 D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04 C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04 D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
05 A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
05 B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06 A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06 B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
07 C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
07 D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
08 C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
08 D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
09 A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
09B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10 A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10 B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11 C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11 D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12 C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12 D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13 A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13 B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



**ANEXO 6. Ficha de Avaliação**  
**Radiográfica (Página 2)**

14 A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14 B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15 C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15 D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16 C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16 D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17 A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17 B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18 A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18 B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19 C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19 D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20 C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20 D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21 A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21 B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23 C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23 D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## ANEXO 7- Ata de Apresentação do TCC



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
CURSO DE ODONTOLOGIA  
DISCIPLINA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ODONTOLOGIA

### ATA DE APRESENTAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos 22 dias do mês de maio de 2018, às 09:00 horas, em sessão pública no (a) Auditorio do CCS desta Universidade, na presença da Banca Examinadora presidida pelo Professor Luís André Mendonça Menezes e pelos examinadores:

1 - Letícia Ruhlmann

2 - Thais Marques Simões Vênia Gonçalves

o aluno Carla Trayanha Oliveira dos Santos

apresentou o Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação intitulado:

Revelação entre a Qualidade Óssea Clínica e Densidade Óssea Tomográfica em Mandíbulas Odontológicas

como requisito curricular indispensável à aprovação na Disciplina de Defesa do TCC e a integralização do Curso de Graduação em Odontologia. A Banca Examinadora, após reunião em sessão reservada, deliberou e decidiu pela \_\_\_\_\_ do referido Trabalho de Conclusão do Curso, divulgando o resultado formalmente ao aluno e aos demais presentes, e eu, na qualidade de presidente da Banca, lavrei a presente ata que será assinada por mim, pelos demais componentes da Banca Examinadora e pelo aluno orientando.

Luís André Mendonça Menezes  
Presidente da Banca Examinadora

Thais Marques Simões Vênia Gonçalves  
Examinador 1

Letícia Ruhlmann  
Examinador 2

Carla Trayanha Oliveira dos Santos  
Aluno